



ANDREI CHICIUC

ION SOBOR

## Sistemul Internațional de Unități

Ghid de utilizare

m  
kg s  
A cd V  
lm rad m<sup>3</sup>  
kg/m<sup>3</sup> mol Bq  
H C mol/m<sup>3</sup> kat  
m/s m<sup>2</sup> N m/s<sup>2</sup> Sv  
Hz Wb Ω Pa F T lx  
cd/m<sup>2</sup> W K mol/kg S T Gy  
W sr m<sup>3</sup>/kg A/m<sup>2</sup> J rad/s W/m<sup>2</sup>  
J/mol Nm V/m W/(mK) Gy/s C/kg

Chișinău – 2004

Prezenta lucrare urmareste scopul familiarizarii studentilor Universitatii Tehnice a Moldovei (în special a studentilor specialitatii **Metrologie, Standarde, Control si Certificarea Productiei**) cu aspectele teoretice si practice de utilizare a unitatilor de masura.

**Elaborare:**

conf.dr.ing. Andrei CHICIUC

conf.dr.ing. Ion SOBOR

**Referent responsabil:**

prof.dr.ing. Petru TODOS

**Recenzent:**

Elena HANGANU, expert al Sistemului National de Metrologie, Conducator Directia Principala Metrologie a Departamentului “Moldova-Standard”

**Andrei CHICIUC**

**Ion SOBOR**

**Sistemul International de Unitati  
Ghid de utilizare**

---

Bun de tipar 29.12.03

Formatul hârtiei 60×84 1/16.

Hârtie ofset. Tipar ofset.

Tirajul 100 ex.

Coli de tipar 4,75

Comanda nr.

---

U.T.M., 2004, Chisinau, bd. Stefan cel Mare, 168.

Sectia Redactare si Editare a U.T.M.

20068, Chisinau, str. Studentilor, 11.

## Introducere

În contextul societății moderne, dominate de industrie și comerț, de globalizare cu un schimb enorm de informații și efectele acesteia: Internetul, e-comerțul, studiile la distanță, etc., este justificat interesul major pentru metrologie – știința măsurării care cuprinde toate aspectele teoretice și practice referitoare la măsurări, oricare ar fi precizia acestora, din orice domeniu al științei și tehnologiei sau din alte domenii de activitate.

Concomitent cu formarea metrologiei ca știință, s-a dezvoltat, perfecționat și modernizat limbajul ei specific – limbajul unităților de măsură, care pe parcursul anilor a devenit universal pentru toate domeniile cunoașterii. Deoarece este esențial ca rezultatele măsurării să fie compatibile între ele, deci să fie exprimate într-un limbaj universal, indiferent de timp, de loc, de naționalitate sau de limbă, astfel încât să aibă o semnificație unică pentru toată lumea. Acest limbaj și-a început dezvoltarea de la Sistemul Metric, conceput să devină „*un sistem pentru toate popoarele lumii și pentru toate timpurile*”, parcurgând o cale lungă, ca în sfârșit, să fie recunoscut la nivel internațional și numit **“Sistemul Internațional de Unități”**, în continuare, sistemul de unități SI. Cunoașterea acestui limbaj de către fiecare inginer sau tehnician este obligatorie, indiferent de profilul specializării și domeniul în care activează.

Sistemul de unități SI a fost adoptat la a XI-a Conferința Generală de Măsură și Greutăți a Organizației Internaționale Convenția Metrului în anul 1960. Prin decizia Comitetului de Standardizare, Măsură și Mijloace de Măsurare din fosta U.R.S.S. a fost aprobat standardul GOST 9867-61 “Sistemul Internațional de Unități” care a stabilit ca Sistemul de unități SI să se utilizeze în toate domeniile științei, tehnicii, economiei naționale, inclusiv în formarea specialiștilor de toate nivelurile. În prezent SI este folosit în toată lumea, fiind sistemul de unități legal în majoritatea țărilor. În Republica Moldova SI a fost

adoptat prin **Legea Metrologiei** nr. 647-XIII din 17.11.1995, devenind singurul sistem de unitati de masura legal si obligatoriu. În prezent, în RM sunt în vigoare documente normative care se refera la marimi, sisteme de marimi, unitati de masura si sisteme de unitati de masura: seria de standarde SM ISO 31-0:1995 ÷ SM ISO 31-13:1995, „Marimi si Unitati” si SM 93-2- „Metrologie. Marimi si unitati de masura. Terminologie”.

Desi au trecut peste 40 de ani de la adoptarea sistemului de unitati SI, fiecare noua generatie de elevi si studenti este pusa în fata necesitatii studierii si utilizarii corecte a unitatilor de masura acceptate de comunitatea internationala. Cu scopul facilitarii acestor eforturi a si fost scris prezentul ghid.

Lucrarea este structurata în sase capitole si patru anexe. Primul capitol prezinta unitatile fundamentale si derivate ale sistemului SI, inclusiv unitati derivate exprimate în termeni SI fundamentali si unitati SI derivate având denumiri si simboluri speciale. Capitolul doi este dedicat unitatilor ce nu fac parte din SI: acceptate pentru a fi utilizate, acceptate temporar si care nu sunt acceptate pentru folosire în SI.

Capitolele 3-5 prezinta regulile si conventiile de stil pentru exprimarea unitatilor de masura si marimilor, regulile si conventiile ortografice pentru denumiri de unitati. Capitolul 6 este dedicat folosirii corecte a simbolurilor si numerelor în documentatia tehnica.

În anexe sunt prezentate definitiile unitatilor SI fundamentale, coeficienti si tabele de conversie ale unitatilor din alte sisteme în SI si invers, constante ale marimilor fizice fundamentale.

Autorii își exprima gratitudinea doamnei Elena HANGANU, sef Directie Metrologie Legala a Departamentului "Moldova-Standard" – expert al Sistemului National de Metrologie si domnului profesor universitar Petru TODOS pentru suportul metodologic acordat si amabilitatea de a recenza textul lucrarii.

## Abrevieri

**BIML** – Biroul Internațional de Metrologie Legală (*Bureau International de Métrologie Légale*).

**BIPM** – Biroul Internațional de Masuri și Greutăți (*Bureau International des Poids et Mesures*)

**CCU** – Comitetul Consultativ al Unităților (*Comité Consultatif des Unités*).

**CEI/IEC** – Comisia Electrotehnică Internațională (*International Electrotechnical Commission*).

**CGPM** – Conferința Generală de Masuri și Greutăți (*Conférence Générale des Poids et Mesures*).

**CGS** – sistem de unități mecanice ale cărui unități fundamentale sunt centimetrul (pentru lungime), gramul (masă) și secunda (timp).

**CIML** – Comitetul Internațional de Metrologie Legală (*Comité International de Métrologie Légale*).

**CIPM** – Comitetul Internațional de Masuri și Greutăți (*Comité International des Poids et Mesures*).

**CIRRPC** – Committee for Interagency Radiation Research and Policy Coordination.

**CM** – Convenția Metrului (*La Convention Internationale du Mètre*)

**ICRU** – Comisia Internațională a Unităților pentru Radiație și Măsurări (*International Commission on Radiation Unit and Measurements*).

**ISO** – Organizația Internațională de Standardizare (*International Standard Organization*).

**IUPAC** – Uniunea Internațională de Chimie Pură și Aplicată.

**IUPAP** – Uniunea Internațională de Fizică Pură și Aplicată.

**NIST** – Institutul Național de Standarde și Tehnologie, S.U.A. (*National Institute of Standards and Technology*).

**OIML** – Organizația Internațională de Metrologie Legală (*Organisation International de Métrologie Légale*).

**ONM** – Organismul Național de Metrologie (*Organisme Nationale de Métrologie*).

**SI** – Sistemul Internațional de Unități (*Le Système International d'Unités*).

**TC** – Comitet Tehnic (*Comités Techniques*).

## 1. Unitati si prefixe SI

Se numeste *unitate de masura* o marime particulara a unei marimi fizice, definita si adoptata prin conventie, cu care sunt comparate alte marimi de aceeasi natura, pentru exprimarea valorilor lor în raport cu acea marime. Ansamblul unitatilor de masura definite pentru un sistem dat de marimi fizice formeaza un *sistem de unitati de masura*.

În prezent, unitatile de masura cuprinse în Sistemul International de Unitati (SI) sunt divizate în trei clase:

- unitati fundamentale,
- unitati derivate,
- unitati suplimentare,

care, împreuna, formeaza un sistem coerent<sup>1</sup> de unitati de masura. SI, de asemenea, mai include si prefixe pentru a forma multiplii si submultiplii decimali ai unitatilor SI, Anexa C.

### 1.1. Unitati SI fundamentale

În tabelul 1 sunt prezentate cele sapte unitati fundamentale, reciproc independente, pe care se bazeaza Sistemul International de Unitati. În tabel sunt prezentate denumirile si simbolurile respectivelor marimi, iar definitiile unitatilor SI fundamentale sunt prezentate în Anexa A.

### 1.2. Unitati SI derivate

Unitatile derivate sunt exprimate algebric utilizând unitatile fundamentale sau alte unitati derivate (inclusiv radianul si steradianul – cele doua unitati SI suplimentare). Simbolurile pentru unitatile derivate s-au obtinut prin operatii matematice de înmultire si împartire. De exemplu, unitatea derivata pentru cantitatea masei molare (masa divizata la cantitatea substantei) este kilogramul pe mol, notat prin simbolul kg/mol. Exemple suplimentare de unitati derivate, exprimate în termini SI fundamentali sunt prezentate în tabelul 2.

---

<sup>1</sup> Un sistem de unitati se considera coerent în cazul când el nu introduce coeficienti suplimentari în relatia dintre unitatile de masura ale unor marimi fata de relatia existenta între respectivele marimi.

**Tabelul 1.** Unitatile SI fundamentale

Marime	Unitati SI fundamentale	
	Denumire	Simbol
Lungimea	metrul	m
Masa	kilogram	kg
Timp	secunda	s
Intensitatea curentului electric	amper	A
Temperatura termodinamica	kelvin	K
Cantitate de substanta	mol	mol
Intensitate luminoasa	candela	cd

**Tabelul 2.** Exemple de unitati SI derivate exprimate în termeni SI fundamentali

Marime	Unitati SI derivate	
	Denumire	Simbol
Arie	metrul patrat	m <sup>2</sup>
Volum	metrul cub	m <sup>3</sup>
Viteza	metrul pe secunda	m/s
Acceleratie	metrul pe secunda la patrat	m/s <sup>2</sup>
Numar de unda	unu pe metru	m <sup>-1</sup>
Masa volumica (densitate)	kilogram pe metru cub	kg/m <sup>3</sup>
Volum specific	metru cub pe kilogram	m <sup>3</sup> /kg
Densitate de curent	amper pe metru patrat	A/m <sup>2</sup>
Intensitatea câmpului magnetic	amper pe metru	A/m
Concentratie	mol pe metru cub	mol/m <sup>3</sup>
Luminanta	candela pe metru patrat	cd/m <sup>2</sup>



**1.2.1. Unitati SI derivate având denumiri si simboluri speciale**

Un anumit numar de unitati derivate detin denumiri si simboluri speciale (tabelele 3 si 4). Dupa cum este mentionat în paragraful 1.3, radianul si steradianul sunt unitati suplimentare si ele, de asemenea, sunt incluse în tabelul 3.

**Tabelul 3.** Unitati SI derivate cu denumiri si simboluri speciale, incluzând radianul si steradianul

Marime	Unitati SI derivate			
	Denumire	Simbol	Exprimata în diverse unitati SI	Exprimata în unitati SI fundamentale
1	2	3	4	5
Unghi plan	radian	rad		$\text{m} \cdot \text{m}^{-1} = 1$
Unghi solid	steradian	sr		$\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2} = 1$
Frecventa	hertz	Hz		$\text{s}^{-1}$
Fora	newton	N		$\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
Presiune, tensiune mecanica	pascal	Pa	$\text{N}/\text{m}^2$	$\text{m}^{-1} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
Energie, lucru mecanic, cantitate de caldura	joule	J	$\text{N} \cdot \text{m}$	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
Putere, flux radiant	watt	W	$\text{J}/\text{s}$	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3}$
Sarcina electrica, cantitate de electricitate	coulomb	C		$\text{s} \cdot \text{A}$
Tensiune electrica, potential electric, diferenta de potential, tensiune electromotoare	volt	V	$\text{W}/\text{A}$	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}$
Capacitate electrica	farad	F	$\text{C}/\text{V}$	$\text{m}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^4 \cdot \text{A}^2$
Rezistenta electrica	ohm	$\Omega$	$\text{V}/\text{A}$	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-2}$
Conductanta electrica	siemens	S	$\text{A}/\text{V}$	$\text{m}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^3 \cdot \text{A}^2$
Flux de inductie magnetica	weber	Wb	$\text{V} \cdot \text{s}$	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-1}$
Inductie magnetica	tesla	T	$\text{Wb}/\text{m}^2$	$\text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-1}$
Inductanta	henry	H	$\text{Wb}/\text{A}$	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-2}$

**Tabelul 3. continuare**

1	2	3	4	5
Temperatura Celsius <sup>2</sup>	grade Celsius	°C		K
Flux luminos	lumen	lm	cd·sr	cd·sr <sup>(3)</sup>
Iluminare	lux	lx	lm/m <sup>2</sup>	m <sup>-2</sup> ·cd·sr

**Tabelul 4.** Unitati SI derivate cu denumiri si simboluri speciale, admise din motivul protectiei sanatatii omului<sup>4</sup>

Marime	Unitati SI derivate			
	Denumire	Simbol	Exprimata în diverse unitati SI	Exprimata în unitati SI fundamentale
Activitate (a radionuclidelor <sup>5</sup> )	becquerel	Bq		s <sup>-1</sup>
Doza absorbita, energie masica comunicata, indice de doza absoluta	gray	Gy	J/kg	m <sup>2</sup> · s <sup>-2</sup>
Echivalent de doza, indice de echivalent de doza	sievert	Sv	J/kg	m <sup>2</sup> · s <sup>-2</sup>

### 1.2.1.1. Gradul Celsius

Ca un supliment la unitatea de masura a valorii temperaturii termodinamice (simbolul  $T$ ) exprimata în kelvini se mai utilizeaza unitatea de temperatura Celsius (simbol  $t$ ), definita prin expresia:

$$t = T - T_0,$$

unde  $T_0=273,15$  K.

<sup>2</sup> vezi paragrafele 1.2.1.1, 3.2.8 si 4.2

<sup>3</sup> Steradianul (sr) nu este unitate SI fundamentala, însa în fotometrie steradianul se pastreaza în expresiile pentru unitati.

<sup>4</sup> Marimile derivate exprimate prin gray si sievert sunt prezentate în conformitate cu recomandarile Comisiei Internationale a Unitatilor si Masurarilor Radiatiei – ICRU.

<sup>5</sup> Nuclide radioactive.

Pentru a exprima temperatura Celsius, unitatea grad Celsius si simbolul °C, care este tot atât de important ca si unitatea kelvin, se utilizeaza denumirea *grad Celsius* – fiind înlocuit *kelvin*-ul. Totusi, intervalul sau diferenta de temperatura Celsius poate fi exprimata atât în unitati kelvin cât si în grade Celsius.<sup>6</sup>

### 1.2.2. Utilizarea unitatilor SI derivate cu denumiri si simboluri speciale

Exemple ale unitatilor SI derivate exprimate prin intermediul unitatilor SI derivate ce poarta denumiri si simboluri speciale (aici sunt inclusi radianul si steradianul), sunt prezentate în tabelul 5.

**Tabelul 5.** Exemple ale unitatilor SI derivate exprimate prin unitati SI derivate ce poarta denumiri si simboluri speciale

Marimea derivata	Unitate SI derivata		
	Denumire	Simbol	Exprimata în unitati SI fundamentale
Viteza unghiulara	radian pe secunda	rad/s	$\text{m} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = \text{s}^{-1}$
Acceleratie unghiulara	radian pe secunda la patrat	$\text{rad/s}^2$	$\text{m} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2} = \text{s}^{-2}$
Viscozitate dinamica	pascal secunda	Pa·s	$\text{m}^{-1} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$
Momentul fortei	newton metru	N·m	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
Tensiune de suprafata	newton pe metru	N/m	$\text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
Densitatea fluxului de caldura	watt pe metru patrat	$\text{W/m}^2$	$\text{kg} \cdot \text{s}^{-3}$
Intensitatea radiatiei	watt pe steradian	W/sr	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{sr}^{-1}$
Luminanta energetica (stralucire)	watt pe metru patrat steradian	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{sr})$	$\text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{sr}^{-1}$
Capacitate calorica, entropie	joule pe kelvin	J/K	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
Capacitate specifica calorica, entropie specifica	joule pe kilogram kelvin	$\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

<sup>6</sup> Temperatura termodinamica  $T_0$  este mai mica cu exact 0.01 K decât temperatura termodinamica a punctului triplu al apei (vezi Anexa A).

**Tabelul 5. continuare**

Energie specifica	joule pe kilogram	J/kg	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
Conductibilitate termica	watt pe metru kelvin	W/(m·K)	$\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$
Densitate energetica	joule pe metru cub	J/m <sup>3</sup>	$\text{m}^{-1} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
Intensitatea câmpului electric (de strapungere)	volt pe metru	V/m	$\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}$
Densitatea sarcinii electrice	coulomb pe metru cub	C/m <sup>3</sup>	$\text{m}^{-3} \cdot \text{s} \cdot \text{A}$
Densitatea fluxului electric	coulomb pe metru patrat	C/m <sup>2</sup>	$\text{m}^{-2} \cdot \text{s} \cdot \text{A}$
Permitivitate	farad pe metru	F/m	$\text{m}^{-3} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^4 \cdot \text{A}^2$
Permeabilitate	henry pe metru	H/m	$\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-2}$
Energie molară	joule pe mol	J/mol	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{mol}^{-1}$
Entropie molară, capacitate calorica molară	joule pe mol kelvin	J/(mol·K)	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
Expunere (la raze x si $\gamma$ )	coulomb pe kilogram	C/kg	$\text{kg}^{-1} \cdot \text{s} \cdot \text{A}$
Valoarea dozei absolute	gray pe secunda	Gy/s	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$

Urmărind datele prezentate în tabelul 5, se evidentiaza avantajele utilizarii denumirilor speciale si a simbolurilor unitatilor SI derivate. De exemplu, valoarea entropiei molare: unitatea J/(mol·K) este mult mai simplu de înțeles decât echivalentul unitatii bazata pe unitatile SI,  $\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ . Însa, trebuie de recunoscut ca utilizarea denumirilor si simbolurilor speciale se bazeaza pe comoditatea pe care o ofera, sau pe cazurile în care utilizarea denumirilor si simbolurilor speciale utilizate în cazul combinatiilor de unitati este incorecta. De exemplu, pentru exprimarea fluxului magnetic (vezi tabelul 3) poate fi folosit termenul volt · secunda (V · s) în locul cunoscutei si mult mai înțelesei unitati – weber (Wb).

În tabelele 3, 4 si 5 sunt prezentate diverse marimi exprimate în aceleasi unitati SI. De exemplu, joule pe kelvin (J/K) este unitatea SI ce descrie capacitatea calorica, precum si entropia. Astfel, denumirea unitatii nu este suficienta pentru descrierea marimii masurate.

Orice unitate derivata, deseori, poate fi exprimata prin diferite cai utilizând unitatile SI fundamentale sau unitati SI derivate ce poarta denumiri speciale. În practica, în cazul câtorva marimi, pentru simplificarea deosebirii dintre marimile ce au aceeasi exprimare în termeni SI fundamentali se prefera utilizarea câtorva unitati cu denumiri speciale sau a combinatiilor de unitati. De exemplu, unitatea SI a frecventei se exprima mai degraba prin hertz (Hz) decât prin unu pe secunda ( $s^{-1}$ ), sau unitatea SI a momentului fortei se exprima mai degraba prin newton · metru ( $N \cdot m$ ) decât prin joule (J).

Similar, pentru câmpul radiatiei ionizante, unitatea SI a activitatii se exprima mai degraba în becquerel (Bq) decât prin unu pe secunda ( $s^{-1}$ ); sau unitatile SI ale dozei de absorbtie si dozei echivalente se exprima mai degraba prin gray (Gy) si respectiv sievert (Sv) decât prin joule pe kilogram (J/kg).

### **1.3. Unitati SI suplimentare**

Dupa cum s-a constatat mai sus, exista doua unitati ce apartin acestei clase: radianul cu simbolul rad, care este unitatea SI ce defineste unghiul plan; si steradianul cu simbolul sr, unitatea SI de definire a unghiului solid. Definitiiile acestor unitati sunt prezentate în Anexa A.

Unitatile SI suplimentare sunt interpretate ca unitati derivate adimensionale pentru care CGPM permite libertatea de a fi folosite sau nu în expresii pentru unitati derivate cu denumiri si simboluri speciale<sup>7</sup>. Astfel, radianul si steradianul nu sunt date într-un tabel separat si sunt

---

<sup>7</sup> [2], [3]. Aceasta interpretare i-a fost data în 1980 la CIPM. Acest lucru a fost considerat necesar deoarece Rezolutia 12 adoptata la a 11-ea CGPM (anul 1960, în care a fost adoptat SI) nu definea natura unitatilor suplimentare.

incluse în tabelul 3 împreună cu celelalte unități SI derivate cu denumiri și simboluri speciale (paragraful 1.2.1). Aceasta interpretare a unităților suplimentare sugerează că unghiul plan și unghiul solid sunt considerate mărimi derivate cu valoarea unu, fiecare dintre care are valoarea unu, cu simbol 1, și sunt coerente în unități SI. Însă, în practică, când se exprimă valoarea unei mărimi derivate conținând unghiul plan sau unghiul solid, dacă în locul numărului 1 sunt folosite denumirile speciale (sau simbolurile) “radian” (rad) sau “steradian” (sr), acestea contribuie la o mai ușoară înțelegere a ei. De exemplu, cu toate că valoarea mării derivate a vitezei unghiulare (unghiul plan divizat la timp) poate fi exprimată în unitatea  $s^{-1}$ , uzual aceste valori sunt exprimate în unitatea rad/s.

#### **1.4. Multipli și submultipli ai unităților SI: prefixe SI**

În tabelul 6 sunt prezentate prefixele SI care sunt utilizate la formarea multiplilor și submultiplilor unităților SI (paragraful 4.1). Acestea permit evitarea utilizării valorilor numerice foarte mari sau foarte mici. Un prefix se atasează direct denumirii unei unități, iar un prefix-simbol se atasează direct simbolului unități. De exemplu, un kilometru cu simbolul 1 km, este egal cu o mie de metri – simbol 1000 m sau  $10^3$  m. În cazul când prefixele sunt atasate la unitățile SI, pentru a le deosebi de sistemul coerent de unități SI, unitățile formate se numesc “multipli sau submultipli ale unităților SI”.

Regulile și convențiile de utilizare și tipărire a prefixelor SI sunt prezentate în paragrafele 3.2.1 ÷ 3.2.8. Regulile speciale de formare a multiplilor și submultiplilor pentru unitatea de masă sunt prezentate în paragraful 3.2.7.

Tabelul 6. Prefixe SI

Factor	Prefix	Simbol	Factor	Prefix	Simbol
$10^{24} = (10^3)^8$	yotta	Y	$10^{-1}$	deci	d
$10^{21} = (10^3)^7$	zetta	Z	$10^{-2}$	centi	c
$10^{18} = (10^3)^6$	exa	E	$10^{-3} = (10^3)^{-1}$	mili	m
$10^{15} = (10^3)^5$	peta	P	$10^{-6} = (10^3)^{-2}$	micro	$\mu$
$10^{12} = (10^3)^4$	tera	T	$10^{-9} = (10^3)^{-3}$	nano	n
$10^9 = (10^3)^3$	giga	G	$10^{-12} = (10^3)^{-4}$	pico	p
$10^6 = (10^3)^2$	mega	M	$10^{-15} = (10^3)^{-5}$	femto	f
$10^3 = (10^3)^1$	kilo	k	$10^{-18} = (10^3)^{-6}$	atto	a
$10^2$	hecto	h	$10^{-21} = (10^3)^{-7}$	zepto	z
$10^1$	deca	da	$10^{-24} = (10^3)^{-8}$	yocto	y

*Nota:* O definire alternativa a prefixelor SI si a simbolurilor acestora nu este permisa. De exemplu, este interzis de a utiliza kilo (k) pentru a reprezenta  $2^{10} = 1024$ , mega (M) pentru a prezenta  $2^{20} = 1\,048\,576$ , sau giga (G) pentru  $2^{30} = 1\,073\,741\,824$ .

## 2. Unitati ce nu fac parte din SI

Legea metrologiei permite utilizarea, în R. Moldova, si a unitatilor de masura ce nu fac parte din SI, conform modului stabilit de ONM.

Unitatile care nu fac parte din SI pot fi divizate în 3 categorii:

- unitati care sunt acceptate pentru a fi utilizate în SI;
- unitati care sunt temporar acceptate pentru a fi folosite în SI;
- unitati care nu sunt acceptate pentru folosire în SI, iar utilizarea lor trebuie evitata.

Unitatile de masura legale care nu fac parte din SI sunt unitati de masura din *alte sisteme de unitati* (ex.: kilogram forta si kilogram forta pe metru patrat, care fac parte din sistemul MKFS), care *nu apartin nici unui sistem de unitati* (ex.: mila marina, litru, ora etc) sau care sunt rezultatul combinarii unor astfel de unitati între ele (ex.: litru pe ora, tona pe zi).

Unitatile de masura legale care nu fac parte din SI sunt cu utilizare generala sau cu utilizare numai în anumite domenii. Domeniile de utilizare ale acestor unitati sunt prezentate în tabelul 7.

**Tabelul 7.** Domeniile de utilizare a unitatilor de masura legale care nu fac parte din SI.

Marime	Unitate SI	Unitate care nu face parte din SI	Domeniu de utilizare
1	2	3	4
Lungime	metru	mila marina	Navigatia maritima si aeriana
Arie	metru patrat	ar hectar	Agricultura si silvicultura
Volum	metru cub	litru	Utilizare generala
Unghi plan	radian	grad sexagesimal minut sexagesimal secunda sexagesimala	Utilizare generala



Tabelul 7. Continuare

1	2	3	4
Viteza	metru pe secunda	kilometru pe ora	Utilizare generala
		nod	Navigatia maritima si aeriana
Putere	watt	cal putere	Constructia de masini si motoare
Timp	secunda	minut	Utilizare generala
		ora	
		zi	
Masa	kilogram	tona	Utilizare generala
		caract metric	Pentru perle si pietre pretioase
Forta	newton	kilogram forta	Pentru instalatii si masini de ridicat si pentru rezistenta materialelor
		tona forta	
Presiune	pascal	bar	Hidrologie, meteorologie, constructia de recipiente, butelii si instalatii sub presiune
		kilogram forta pe centimetru patrat	
		atmosfera normala (sau fizica)	Energetica si termotehnica
		atmosfera tehnica	
		torr	Meteorologie si tehnica vidului
		milimetru coloana de mercur	Meteorologie si medicina
Energie	joule	watt-ora	Pentru consumul de energie electrica
		electronvolt	Electronica, fizica atomica si nucleara, tehnica reactoarelor si medicina

**Tabelul 7. Continuare**

1	2	3	4
Sarcina electrica, cantitate de electricitate	coulomb	amper-ora	Electrochimie
Cantitate de caldura	joule	calorie	Termotehnica, energetica, chimie, medicina si biologie
Convergenta	unu pe metru	dioptric	Optica medicala

## **2.1. Unitati acceptate în SI**

În acest paragraf se vor prezenta, în detaliu, unitatile de masura care sunt acceptate pentru a fi folosite în SI.

### **2.1.1. Ora, grad, litru si alte unitati**

Unele unitati de masura, ce nu fac parte din SI, sunt destul de importante si pe larg utilizate astfel încât ele sunt acceptate de CIPM pentru a fi utilizate alaturi de unitatile SI [2, 3]. Aceste unitati sunt prezentate în tabelul 8. Pentru a nu se pierde proprietatea de coerenta a sistemului SI, utilizarea combinatiilor acestor unitati (tabelul 8) cu unitatile SI, în diverse unitati derivate, sunt limitate numai pentru cazurile particulare. Utilizarea prefixelor SI pentru unitatile prezentate în tabelul 8 sunt descrise în paragraful 3.2.8.

Suplimentar, trebuie de mentionat, ca exista numeroase cazuri când este necesar de utilizat unitati ce se refera la timp diferite de cele prezentate în tabelul 7. În particular, împrejurarile pot solicita intervale de timp exprimate în saptamâni, luni sau ani. În aceste cazuri, când unitatea nu are un simbol standardizat, denumirea unitatii trebuie scrisa în întregime (capitolul 5).

În legatura cu riscul de a confunda litera l cu cifra 1, CGPM a adoptat simbolul alternativ pentru litru – L [2, 3]. Chiar daca l si L sunt

simboluri internationale acceptate pentru litru, în U.E. se prefera utilizarea literei *l*, iar în S.U.A. – *L* [1, 8]. În acelasi timp, transcriptia italica a literei *l* nu este acceptata pentru a reprezenta simbolul litrului.

**Tabelul 8.** Unitati acceptate pentru a fi utilizate în SI.

Denumire		Simbol	Valoarea în unitati SI
minut	timp	min	1 min = 60 s
ora		h	1 h = 60 min = 3600 s
zi		d	1 d = 24 h = 86 400 s
grad	unghi plan <sup>8</sup>	°	1° = ( $\pi/180$ ) rad
minut		'	1' = (1/60)° = ( $\pi/10\,800$ ) rad
secunda		''	1'' = (1/60)' = ( $\pi/648\,000$ ) rad
litru		l, L	1 l = 1 dm <sup>3</sup> = 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>
tona <sup>9</sup>		t	1 t = 10 <sup>3</sup> kg

### 2.1.2. Neper, bel, shannon si alte unitati

Exista câteva unitati specializate, ce nu sunt incluse în tabelul 7, care sunt recomandate de catre Organizatia Internationala de Standardizare (ISO) si Comisia Electrotehnica Internationala (IEC) pentru a fi acceptate în utilizare împreuna cu unitatile SI. Acestea includ unitatile: neper<sup>10</sup> (Np), bel<sup>11</sup> (B), octava<sup>12</sup>, fon<sup>13</sup> si son<sup>14</sup>; precum si

<sup>8</sup> vezi paragraful 4.2.

<sup>9</sup> În S.U.A., precum si în alte state anglo-saxone, în locul denumirii de tona (tonne) se mai utilizeaza si denumirea de tona metrica (metric ton) [1, 2].

<sup>10</sup> **Neper** – unitate de masura a nivelului de transmisiune al unui semnal electric sau acustic.

<sup>11</sup> **Bel** – unitate de masura pentru intensitatea sunetelor (atenuare / amplificare / nivel).

<sup>12</sup> **Octava** [octave] – interval între doua sunete ale gamei la distanta de opt trepte.

<sup>13</sup> **Fon** [phon] – unitate de masura pentru nivelul acustic.

<sup>14</sup> **Son** [sone] – unitate acustica echivalenta cu 40 de foni.

unitatile de masura utilizate în tehnologiile informationale, care includ: baud<sup>15</sup> (Bd), bit<sup>16</sup> (bit), erlang (E), hartley (Hart) si shannon (Sn).

Simbolurile prezentate în paranteze reprezinta simboluri international acceptate pentru fiecare unitate de masura în parte; pentru unitatile octava, fon si son nu exista simboluri rezervate. Utilizarea unitatii byte<sup>17</sup> (B), care reprezinta un ansamblu de biti (de obicei 8) si este folosit pentru exprimarea capacitatii de memorie, nu este reglementata pe plan international.

### 2.1.3. Electronvoltul si unitatea de masa atomica unificata

CIPM a considerat necesar acceptarea pentru a fi utilizate, împreuna cu unitatile SI, a acestor doua unitati prezentate în tabelul 9 [2, 3]. Aceste unitati, electronvoltul si unitatea de masa atomica unificata, se utilizeaza în domenii specializate, iar valorile lor în unitati SI se determina experimental – de aceea, ele nu se cunosc cu exactitate. Modalitatea de utilizare a prefixelor SI fata de unitatile prezentate în tabelul 8 se va examina în paragraful 3.2.8.

*Nota:* În unele domenii unitatea de masa atomica unificata este denumita ca dalton cu simbolul Da. Însa aceasta denumire, precum si simbolul ei, nu este acceptata de CGPM, CIPM, ISO si IEC pentru a fi utilizata cu unitatile SI. Similar, simbolul AMU (atomic mass unit) nu este acceptat pentru prezentarea unitatii de masa atomica unificata. Unicul nume permis este “unitatea de masa atomica unificata” si unicul simbol acceptat pentru ea este – u.

---

<sup>15</sup> **Baud** – unitate de viteza pas cu pas si de capacitate a canalelor de informatie; unitate de viteza în telegrafie.

<sup>16</sup> **Bit** – unitate de masura pentru cantitatea de informatie.

<sup>17</sup> În limba româna se mai utilizeaza denumirile de octet si bait.

**Tabelul 9.** Unitati folosite împreuna cu unitatile SI, a caror valoare în unitati SI este obtinuta experimental

Denumire	Simbol	Definire
electronvolt	eV	este energia cinetica acumulata de un electron trecând printr-o diferenta de potential de 1 V în vid; $1 \text{ eV} = 1,602\,177\,33 \times 10^{-19} \text{ J}$ , cu o incertitudine relativa de $0,000\,000\,49 \times 10^{-19} \text{ J}$ [20, 21]
unitate de masa atomica unificata	u	este egala cu 1/12 din masa atomului nucleidului $^{12}\text{C}$ ; $1 \text{ u} = 1,660\,540\,2 \times 10^{-27} \text{ kg}$ , cu o incertitudine relativa de $0,000\,001\,0 \times 10^{-27} \text{ kg}$ [20, 21]

#### 2.1.4. Unitati naturale si atomice

În unele cazuri, cu precadere în stiintele fundamentale, valorile marimilor sunt exprimate în termeni ai constantelor naturale fundamentale sau asa-numitele **unitati naturale**. Utilizarea acestor unitati în SI este permisa în cazurile când sunt necesare niste relatii mai eficace dintre informatii. În aceste cazuri, unitatile naturale specifice utilizate trebuie identificate. Aceasta prevedere se aplica chiar si asupra sistemului de unitati numit “unitati atomice” – utilizate în teoria fizicii atomice si chimie, deoarece exista câteva sisteme diferite care poarta aceiasi denumire “unitati atomice”. Exemple de marimi fizice utilizate în exprimarea unitatilor naturale sunt prezentate în tabelul 10.

#### 2.2. Unitati temporar acceptate în SI

Pornind de la practica existenta în anumite domenii si într-un sir de state, în 1978 CIPM a permis continuarea utilizarii unitatilor de masura, prezentate în tabelul 11, pâna în momentul când CIPM va considera ca utilizarea lor nu este necesara [2, 3]. În acelasi timp,

aceste unitati nu trebuie introduse pentru utilizare în domeniile în care, în prezent, ele nu se folosesc. De exemplu, NIST a recomandat scoaterea din utilizare a acestor unitati de masura pâna în anul 2000, cu exceptia milei maritime, nodului, arului si altor unitati.

**Tabelul 10.** Exemple de marimi fizice utilizate ca unitati naturale

Tipul marimi	Marimea fizica utilizata ca unitate de masura	Simbolul
activitate	constanta lui Planck divizata la $2\pi$	$/\hbar/$
sarcina electrica	sarcina elementara	$e$
energie	energia Hartree	$E_h$
lungime	raza Bohr	$a_0$
lungime	lungimea de unda Compton (electron)	$\lambda_C$
flux magnetic	flux magnetic cuantic	$\Phi_0$
moment magnetic	magnetonul Borh	$\mu_B$
moment magnetic	magnetonul nuclear	$\mu_N$
masa	masa de repaus a electronului	$m_e$
masa	masa de repaus a protonului	$m_p$
viteza	viteza undei electromagnetice în vid	$c$

### 2.3. Unitati neacceptate pentru utilizare cu unitatile SI

În urmatoarele doua subparagrafe sunt prezentate unitatile de masura care nu sunt acceptate pentru utilizare împreuna cu unitatile SI.

#### 2.3.1. Unitatile CGS

În tabelul 12 sunt prezentate exemple ale sistemului de unitati “centimetru-gram-secunda” (CGS), care utilizeaza denumiri speciale.

Aceste unitati nu sunt admise pentru a fi utilizate alaturi de unitatile SI. În plus, nici alte unitati ale diverselor sisteme de unitati CGS, care includ sistemele CGS Electrostatic (ESU), CGS Electromagnetic (EMU) si CGS Gaussian, nu sunt acceptate pentru utilizare alaturi de unitatile SI, cu exceptia unitatilor centimetru, gram si secunda care sunt definite în SI.

**Tabelul 11.** Unitati temporar acceptate pentru a fi utilizate în SI

Denumire	Simbol	Valoarea în unitati SI
mila maritima		1 mila maritima = 1852 m
nod		1 mila maritima pe ora = (1852/3600) m
ångström	Å	1 Å = $10^{-10}$ m
ar	a	1 a = $10^2$ m <sup>2</sup>
hectar	ha	1 ha = $10^4$ m <sup>2</sup>
barn	b	1 b = $10^{-28}$ m <sup>2</sup>
bar	bar	1 bar = 100 kPa = $10^5$ Pa
gal	Gal	1 Gal = $10^{-2}$ m/s <sup>2</sup>
curie	Ci	1 Ci = $3,7 \times 10^{10}$ Bq
roentgen	R	1 R = $2,58 \times 10^{-4}$ C/kg
rad	rad	1 rad = $10^{-2}$ Gy
rem	rem	1 rem = $10^{-2}$ Sv

### 2.3.2. Unitati neacceptate

Exista numeroase alte unitati de masura, pe lângă unitatile CGS, ce nu fac parte din SI si nu pot fi utilizate alaturi de acestea. Din aceasta categorie fac parte o mare parte din unitatile utilizate în statele anglo-saxone, cu precadere în S.U.A., cum ar fi: inch<sup>18</sup>, pound<sup>19</sup> etc.

<sup>18</sup> **Inch** (tol) – unitate de lungime (1 in = 25,4 mm).

Utilizarea acestor unitati trebuie strict evitata, precum si multiplii sau submultiplii acestor unitati, iar în locul lor este necesar de a utiliza unitatile SI sau multiplii - submultiplii acestora. Aceste restrictii se aplica si la utilizarea denumirilor speciale neacceptate în SI sau a denumirilor speciale pentru multiplii si submultiplii acestora, cum ar fi mho pentru siemens (S) sau micron pentru micrometru ( $\mu\text{m}$ ). În tabelul 13 sunt prezentate câteva exemple ale unor unitati de masura neacceptate pentru utilizare.

**Tabelul 12.** Unitati CGS cu denumiri speciale, neacceptate pentru a fi utilizate în SI

Denumire	Simbol	Valoarea în unitati SI
erg	erg	$1 \text{ erg} = 10^{-7} \text{ J}$
dyne	dyn	$1 \text{ dyn} = 10^{-5} \text{ N}$
poise <sup>20</sup>	P	$1 \text{ P} = 1 \text{ dyn} \cdot \text{s/cm}^2 = 0,1 \text{ Pa} \cdot \text{s}$
stokes <sup>21</sup>	St	$1 \text{ St} = 1 \text{ cm}^2/\text{s} = 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$
gauss <sup>22</sup>	Gs, G	$1 \text{ Gs} = 10^{-4} \text{ T}$
oersted <sup>22</sup>	Oe	$1 \text{ Oe} = (1000/4\pi) \text{ A/m}$
maxwell <sup>22</sup>	Mx	$1 \text{ Mx} = 10^{-8} \text{ Wb}$
stilb	sb	$1 \text{ sb} = 1 \text{ cd/cm}^2 = 10^4 \text{ cd/m}^2$
phot	ph	$1 \text{ ph} = 10^4 \text{ lx}$

<sup>19</sup> **Pound** – unitate de masa ( $1 \text{ lb} = 453,59237 \text{ g}$ ), în limba româna se mai utilizeaza denumirile: livra, funt sau pund.

<sup>20</sup> **Poise** (P) este unitate CGS pentru viscozitate (numita si viscozitate dinamica).

<sup>21</sup> **Stokes** (St) – unitate CGS pentru viscozitatea cinematica.

<sup>22</sup> Aceste unitati fac parte din sistemul CGS electromagnetic tridimensional si nu pot fi comparate cu unitati corespunzatoare ale sistemului SI.



**Tabelul 12.** Exemple de unitati neacceptate pentru utilizare.

Denumire	Simbol	Valoarea în unitati SI
fermi	fermi	1 fermi = 1 fm = $10^{-15}$ m
carat	carat	1 carat = 200 mg = $2 \times 10^{-4}$ kg
torr	Torr	1 Torr = (101 325/760) Pa
atmosfera	atm	1 atm = 101 325 Pa
kilogram-forta	kgf	1 kgf = 9,806 65N
micron	$\mu$	1 $\mu$ = 1 $\mu$ m = $10^{-6}$ m
calorie (termochimica)	cal <sub>th</sub>	1 cal <sub>th</sub> = 4.184 J
unitate x <sup>23</sup>	xu	1 xu = $1,00202 \times 10^{-13}$ m
ster, stere	st	1 st = 1 m <sup>3</sup>
gamma (greutate)	$\gamma$	1 $\gamma$ = 1 $\mu$ g = $10^{-9}$ kg
lambda (volum)	$\lambda$	1 $\lambda$ = 1 $\mu$ l = $10^{-6}$ l = $10^{-9}$ m <sup>3</sup>

## 2.4. Termenii “unitati SI” si “unitati acceptate”

Conform practicilor acceptate [2, 3], în aceasta lucrare, se utilizeaza termenul **unitate SI** pentru a reda unitatile de masura ale SI, care în realitate sunt unitatile SI fundamentale, unitatile SI derivate si suplimentare, precum si multiplii si submultiplii acestor unitati formati prin utilizarea prefixelor SI.

Termenul **unitati acceptate în SI** este introdus pentru comoditate si reprezinta unitatile SI suplimentare:

1. unitatile de masura acceptate pentru a fi utilizate concomitent cu unitatile SI (vezi tabelul 8 si 9, si paragrafele 2.1.1, 2.1.2 si 2.1.3).

<sup>23</sup> unitate de lungime în spectroscopia Roentgen.

2. unitatile temporar acceptate pentru a fi utilizate alaturi de unitatile SI (vezi tabelul 11, paragraful 2.2).
3. multiplii si submultiplii unitatilor acceptate sau temporar acceptate pentru utilizare în SI.

Deoarece unitatile naturale si atomice nu sunt recunoscute de a fi utilizate odata cu unitatile SI, ele nu sunt incluse în acest termen. Domeniul lor de utilizare este specificat în paragraful 2.1.4.

### **3. Reguli si conventii de stil pentru exprimarea unitatilor de masura**

#### **3.1. Reguli si conventii de stil pentru simbolurile unitatilor SI**

Urmatoarele opt subcapitole sunt dedicate prezentarii regulilor si conventiilor de stil utilizate la scrierea, tiparirea si utilizarea simbolurilor unitatilor de masura.

##### **3.1.1. Formatul caracterelor**

Simbolurile unitatilor sunt tiparite utilizând **stilul roman** (vertical) indiferent de tipul textului care-l înconjoara (paragraful 6.2).

##### **3.1.2. Majuscule**

Toate simbolurile unitatilor de masura sunt tiparite utilizând literele mici (minuscule), cu exceptia:

- simbolul sau prima litera a simbolului unitatii de masura va fi majuscula pentru unitatile ale caror nume provine de la numele unei persoane;
- în unele state, simbolul litrului se noteaza prin L (vezi paragraful 2.1.1).

*Exemple:*      s (secunda)      kg (kilogram)      rad (radian)  
                  A (amper)      Hz (hertz)      Wb (weber)

##### **3.1.3. Pluralul**

Asupra simbolurilor unitatilor de masura **nu se rasfrâng** regulile gramaticale de formare a pluralului si la plural ele ramân nemodificate.

*Exemple:*       $l = 1 \text{ m}$       sau       $l = 65 \text{ m}$

*Nota:* în acest caz litera  $l$  reprezinta simbolul cantitativ pentru lungime (regulile si conventiile pentru exprimarea marimilor sunt prezentate în capitolul 4).

### **3.1.4. Punctuatia**

Simbolurile unitatilor **nu sunt urmate de punct**, cu exceptia cazurilor când ele se afla la sfârșitul propozitiei.

*Exemple:* Lungimea constituie 24 m.

*sau* Este de 24 m lungime.

*si nu* Este de 24 m. lungime.

### **3.1.5. Simbolurile unitatilor obtinute prin multiplicare**

Simbolurile pentru unitatile formate prin multiplicarea (înmultirea) altor unitati sunt prezentate printr-un **punct** (la o jumătate din înaltimea caracterului) **sau spatiu** între simbolurile utilizate. Pentru a evita unele situatii confuze, în prezentarea simbolurilor unitatilor, se prefera utilizarea punctului.

*Exemple:*  $V \cdot s$  *sau*  $V\ s$

*Nota:* 1. Utilizarea punctului sau a spatiului între simboluri este stric necesara. De exemplu,  $m \cdot s^{-1}$  este simbolul pentru unitatea metru pe secunda, pe când  $ms^{-1}$  este unitatea echivalenta a valorii  $10^3 s^{-1}$  în care se utilizeaza prefixul m – mili (paragraful 3.2.3).

2. În recomandările ISO [6] se sugereaza ca în cazurile când spatiul între simboluri este utilizat la formarea multiplilor el poate fi omis, daca aceasta simplificare nu genereaza confuzii. Aceasta posibilitate poate fi evidentiata la utilizarea simbolului kWh si nu  $kW \cdot h$  sau  $kW\ h$ , cum ar fi logic, pentru kilowatt ora. Însa pentru a exclude diversele confuzii posibile, în continuare, se va insista asupra utilizarii punctului sau a spatiului între simbolurile implicate în diverse operatii de multiplicare.

### **3.1.6. Simbolurile unitatilor obtinute prin derivare**

Simbolurile pentru unitatile formate prin derivarea (împartirea) altor unitati de masura sunt prezentate prin intermediul unei bare înclinate /, unei linii orizontale sau a exponentilor negativi.

*Exemple:*  $\text{m/s}$ ,  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ , *sau*  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

Totusi, pentru evitarea ambiguitatilor, bara înclinata nu trebuie sa se repete în aceeasi expresie, cu exceptia cazurilor când vor fi utilizate parantezele.

*Exemple:*  $\text{m/s}^2$  *sau*  $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ , *si nu*  $\text{m/s/s}$   
 $\text{m} \cdot \text{kg}/(\text{s}^3 \cdot \text{A})$  *sau*  $\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}$  *si nu*  $\text{m} \cdot \text{kg/s}^3/\text{A}$

În acelasi timp, exponentii negativi se recomanda a fi utilizati în cazurile mai complicate, când evitarea lor este problematica.

### **3.1.7. Utilizarea concomitenta a simbolurilor si denumirilor de unitati**

Simbolurile unitatilor de masura **nu pot** fi utilizate împreuna cu denumirile unitatilor (vezi par. 5.4 si 5.7).

*Exemple:*  $\text{C/kg}$ ,  $\text{C} \cdot \text{kg}^{-1}$ , *sau* coulomb pe kilogram  
*si nu* coulomb/kg, coulomb pe kg, C/ kilogram, coulomb  $\cdot \text{kg}^{-1}$ ,  
C pe kg, coulomb/kilogram

### **3.1.8. Abrevierea simbolurilor si denumirilor de unitati**

Deoarece, în general, unitatile de masura SI sunt recunoscute si acceptate pe plan international, **este interzisa** abrevierea simbolurilor sau a denumirilor sale. De exemplu, este inadmisibila utilizarea simbolurilor sec (pentru s sau secunda), mm patr. (pentru  $\text{mm}^2$  sau milimetru patrat), cc (pentru  $\text{cm}^3$  sau centimetru cub), lit (pentru l sau litru), mps (pentru m/s sau metru pe secunda) etc.

Cu toate ca marimile, de regula, sunt exprimate utilizând cifrele si simbolurile unitatilor (paragraful 4.6), din anumite motive reprezentarea unitatii poate fi mai comoda utilizând denumirea acesteia si nu simbolul ei. În acest caz, denumirea unitatii trebuie scrisa în forma completa.

### 3.2. Reguli si conventii de stil pentru prefixele SI

Urmatoarele opt subcapitole sunt dedicate prezentarii regulilor si conventiilor de stil utilizate la scrierea si utilizarea prefixelor utilizate în SI.

#### 3.2.1. Formatul caracterelor

Simbolurile prefixelor unitatilor SI sunt tiparite utilizând **stilul roman** (vertical), fara a lasa spatii libere între simbolul prefixului si simbolul unitatii.

*Exemple:*  $M\Omega$  (megaohm),  $\mu\text{m}$  (micrometru) PHz (petahert)

#### 3.2.2. Majuscule

Simbolurile prefixelor Y (yotta), Z (zeta), E (exa), P (peta), T (teta), G (giga) si M (mega) sunt tiparite cu caractere majuscule în timp ce celelalte prefixe SI sunt tiparite cu caractere minuscule (vezi tabelul 6).

#### 3.2.3. Insepararea prefixului de unitate

Grupul de simboluri, format din simbolul prefixului adaugat la simbolul unitatii constituie un **simbol nou inseparabil** (formând multiplul sau submultiplul unitatii de masura). Acest nou simbol poate fi ridicat la putere (pozitiva sau negativa) si poate fi combinat cu alte simboluri pentru formarea unor simboluri de unitati compuse.

Prefixele sunt, de asemenea, inseparabile fata de denumirile unitatilor la care sunt adaugate. Astfel, de exemplu, milimetrul, micropascalul si meganewtonul reprezinta un singur cuvânt.

*Exemple:*  $5,8 \text{ cm}^3 = 5,8 (\text{cm})^3 = 5,8 (10^{-2} \text{ m})^3 = 5,8 \times 10^{-6} \text{ m}^3$

$$1 \text{ cm}^{-1} = 1 (\text{cm})^{-1} = 1 (10^{-2} \text{ m})^{-1} = 10^2 \text{ m}^{-1}$$

$$3000 \mu\text{s}^{-1} = 3000 (\mu\text{s})^{-1} = 3000 (10^{-6} \text{ s})^{-1} = 3000 \times 10^6 \text{ s}^{-1} = 3 \times 10^9 \text{ s}^{-1}$$

$$1 \text{ V/cm} = (1 \text{ V})/(10^{-2} \text{ m}) = 10^2 \text{ V/m}$$

### **3.2.4. Prefixe compuse**

Simbolurile prefixelor compuse, reprezinta simbolurile prefixelor formate prin juxtapunere (alaturare) a doua sau mai multe simboluri ale prefixelor - **actiune interzisa**.

*Exemplu:* ns (nano secunda)      si nu   mμs (milimicrosecunda)

### **3.2.5. Utilizarea prefixelor multiple**

Într-o unitate de masura derivata – formata prin divizare, utilizarea unui simbol de prefix (sau a unui prefix) concomitent la numarator si la numitor este **nedorita**, deoarece aceasta poate duce la confuzii. Astfel, de exemplu, notatia 10 kV/mm este acceptabila, însa este preferata notatia 10 MV/m, deoarece ea contine doar un prefix care este plasat în numarator.

Aceasi regula se extinde si asupra unitatilor derivate formate prin multiplicare, folosirea a mai multor simboluri de prefix (sau a mai multor prefixe) poate duce la confuzii. Astfel, de exemplu, notatia 10 MV · ms este acceptabila însa se considera preferabila utilizarea notatiei 10 kV · s.

*Nota:* Recomandarile de mai sus nu sunt valabile în cazul unitatilor derivate din kilogram. De exemplu, notatia 0,25 mmol/g nu poate fi considerata mai preferata decât notatia 0,25 mol/kg.

### **3.2.6. Neacceptarea prefixelor izolate**

Prefixele simbolurilor **nu pot** fi utilizate izolat si astfel nu pot fi atasate cifrei 1 – simbolului pentru unitatea unu. În acelasi context,

prefixele nu pot fi atasate denumirii unitatii unu, adica cuvântului “unu” (paragraful 4.10).

*Exemplu:* valoarea densitatii atomului de Pl este de  $5 \times 10^6/\text{m}^3$   
si nu valoarea densitatii atomului de Pl este de  $5 \text{ M}/\text{m}^3$

### **3.2.7. Prefixe si kilogramul**

Din motive istorice, denumirea „kilogram” pentru unitatea SI fundamentala a masei contine cuvântul „kilo”, care este si prefixul SI pentru  $10^3$ . Astfel, deoarece prefixele compuse nu sunt acceptate (paragraful 3.2.4), simbolurile multiplilor zecimali si submultiplilor unitatii de masa sunt formati prin atasarea simbolurilor prefixelor SI la simbolul g, iar denumirea unui astfel de multiplu sau submultiplu se formeaza prin adaugarea prefixului SI la cuvântul gram.

*Exemplu:*  $10^{-6} \text{ kg} = 1 \text{ mg}$  (1 miligram)  
si nu  $10^{-6} \text{ kg} = 1 \text{ }\mu\text{kg}$  (1 microkilogram)

### **3.2.8. Prefixe ale gradului Celsius si ale unitatilor acceptate de a fi utilizate în SI**

Simbolurile prefixelor **pot fi** utilizate împreuna cu simbolul  $^{\circ}\text{C}$ , precum si cu denumirea unitatii de temperatura “grad Celsius”. De exemplu, este permisa notatia  $24 \text{ m}^{\circ}\text{C}$  (24 miligrade Celsius). Totusi, pentru a evita diverse situatii confuze, simbolurile prefixelor nu se folosesc împreuna cu simbolurile (si denumirile) unitatilor referitoare la timp: min - minut, h - ora, d - zi; nici cu simbolurile (si denumirile) cu privire la unghi:  $^{\circ}$  - grad, ' - minut si " - secunda (vezi tabelul 8).

Prefixele mai pot fi folosite împreuna cu simbolurile si denumirile unitatilor l - litru, t - tona, eV - electronvoltul si u - masa atomica unificata (vezi tabelele 7 si 8). Însa, cu toate ca submultiplii litrului cum ar fi ml - mililitrul si dl - decilitrul sunt pe larg utilizate, aceasta



nu se refera la toti multiplii litrului, cum ar fi kl - kilolitrul si Ml – megalitrul a caror utilizare nu este recomandata.

Acelasi lucru se întâmpla si în cazul multiplilor tonei, cum ar fi kt (kilotona) – a carei utilizare este admisa si practicata, si submultiplul acesteia mt (militona) unitate ce este echivalenta cu un kilogram (kg) a carei utilizare nu este recomandata.

*Exemple* de utilizare a prefixelor cu unitatile eV si u:

54 MeV (54 megaelectronvolti) si

23 nu (23 nanomasa atomica unificata).

## 4. Reguli si conventii de stil pentru exprimarea marimilor

### 4.1. Valoarea si expresia numerica a marimii

Valoarea cantitativa, a unei marimi fizice, este marimea exprimata prin produsul unui numar (valoarea sa numerica) si a unitatii sale de masura.

Exemplificând, valoarea cantitativa a unei marimii fizice  $A$  poate fi scrisa ca  $A = \{A\} [A]$ , unde  $\{A\}$  reprezinta valoarea numerica a lui  $A$  iar  $[A]$  reprezinta unitatea de masura în care se exprima aceasta marime. De aici, rezulta ca valoarea numerica poate fi exprimata ca  $\{A\} = A / [A]$ .

### 4.2. Spatierea dintre valorile numerice si simbolurile unitatilor

În expresia ce exprima valoarea cantitativa a unei marimi fizice, simbolul unitatii este plasat dupa valoarea numerica si este distantat de un spatiu – între valoarea numerica si simbolul unitatii.

Unica exceptie de la aceasta regula este valabila în cazul simbolurilor unitatilor grad, minut si secunda, precum si în cazul simbolurilor pentru unghiul plan:  $^{\circ}$ ,  $'$  si  $''$  (vezi tabelul 8); în aceste cazuri nu se lasa spatii între valoarea numerica si simbolul unitatii.

*Exemplu:*  $\alpha = 30^{\circ}22'8''$

*Nota:*  $\alpha$  este simbol cantitativ pentru unghiul plan.

Aceasta regula (a spatierii) se respecta si în cazul simbolului  $^{\circ}\text{C}$  – pentru gradul Celsius, care este precedat de un spatiu liber si exprima valoarea temperaturii Celsius.

*Exemplu:*  $t = 30,2^{\circ}\text{C}$  si nu  $t = 30,2^{\circ}\text{C}$  sau  $t=30,2^{\circ}\text{C}$

### **4.3. Exprimarea cantitativa a unei marimi**

Valoarea cantitativa a unei marimi este exprimata folosind **o singura** unitate de masura.

*Exemplu:*  $l = 10,234 \text{ m}$  si nu  $l = 10\text{m } 23\text{cm } 4\text{mm}$

*Nota:* Exprimarea valorica a intervalelor de timp si a unghiurilor plane face exceptie la aceasta regula. Totusi, este preferabil de a diviza gradele fractionale. Astfel, mai degraba ar trebui sa se scrie  $31,20^\circ$  decât  $31^\circ 12'$ , exceptie făcând asa domenii ca cartografia si astronomia.

### **4.4. Atasarea informatiilor suplimentare la unitatile de masura**

În cazul prezentarii valorii cantitative a unei marimi, **se interzice** atasarea unor litere sau a altor caractere la simbolul unitatii de masura. Aceasta necesitate poate aparea în cazul dorintei de a furniza unele informatii suplimentare ce vor descrie marimea sau vor prezenta conditiile ei de masurare. În schimb, aceste litere sau diversele caractere pot fi atasate la marime.

*Exemplu:*  $U_{\min} = 100 \text{ V}$  si nu  $U = 100 \text{ V}_{\min}$

*Nota:*  $U$  este simbolul cantitativ ce exprima diferenta de potential.

### **4.5. Combinarea unitatilor de masura cu informatiile suplimentare**

În cazul existentii unei valori cantitative a unei marimi, orice informatie suplimentara ce tine de aceasta marime sau de conditiile sale de masurare trebuie prezentata într-un astfel de mod, încât ele sa **nu fie asociate** cu unitatea respectiva. Altfel spus, valorile marimilor trebuie definite astfel încât ele sa poata fi exprimate numai în unitati acceptate (vezi si paragraful 4.10).

*Exemplu:*

continutul de Pb este 5 ng/l	<i>si nu</i>	5 ng Pb/l	<i>sau</i>
		5ng plumb pe litru	
sensibilitatea moleculelor de NO <sub>3</sub> este $5 \times 10^{10} \cdot \text{cm}^{-3}$	<i>si nu</i>	sensibilitatea este $5 \times 10^{10}$ molecule NO <sub>3</sub> /cm <sup>3</sup>	
intensitatea de emisie a neutronilor este $5 \times 10^{10} \cdot \text{s}^{-1}$	<i>si nu</i>	intensitatea de emisie este $5 \times 10^{10}$ n/s	

#### **4.6. Utilizarea simbolurilor si numerelor împreuna cu denumirile acestora**

În aceasta lucrare se încearca reglementarea elementelor cheie ale întocmirii documentelor stiintifice sau tehnice, în particular prezentarea rezultatelor masurarilor si valorile cantitative ale marimilor masurate. Aceasta va face posibila înțelegerea documentului de catre persoanele neavizate în domeniu, inclusiv de catre cititorii cu cunostinte slabe ale limbii în care este prezentat documentul. Astfel, pentru a promova înțelegerea informatiei cantitative în general, precum si înțelegerea ei de catre persoanele neavizate în particular, valorile cantitative ale marimilor trebuie exprimate în **unitati reciproc acceptabile**, folosind:

- simbolurile (cifrele) arabe pentru numere si nu denumirile numerelor arabe;
- simbolurile unitatilor si nu denumirile unitatilor.

*Exemple:*

înălțimea cladirii este de 10 m

*si nu* înălțimea cladirii este de zece metri.

temperatura de 20 °C a fost mentinuta timp de 5 min

*si nu* temperatura de 20 grade Celsius a fost mentinuta timp de 5 minute

*Nota:*

1. Daca cititorul caruia îi este adresata lucrarea este mai puțin familiarizat cu simbolurile unor unitati particulare, atunci la prima utilizare ele ar trebui definite.
2. Deoarece utilizarea denumirilor numerelor arabe împreuna cu un simbol al unitatii poate cauza confuzii, astfel de combinatii trebuie strict evitate. De exemplu, nu se va scrie “lungimea pistei este patruzeci m.”.

#### **4.7. Claritatea în scrierea valorilor marimilor cantitative**

Valoarea cantitativa a unei marimi este exprimata ca produsul unui numar si a unitatii sale de masura (vezi paragraful 4.1). Astfel, pentru a evita posibilele confuzii, este necesar ca valorile cantitative sa fie scrise în asa mod încât **interpretarea** lor sa fie **univoca**, sa fie clar carui simbol al unitatii îi apartine valoarea numerica. În acelasi context, se mai recomanda ca expresia “pâna la” sa se utilizeze numai la specificarea gamei (intervalului) valorilor.

*Exemple:*

43 mm × 43 mm × 14 mm

*si nu* 64 × 64 × 14 mm

312 nm pâna la 533 nm *sau* (312 pâna la 533) nm

*si nu* 312 pâna la 533 nm

0 °C pâna la 80 °C *sau* (0 pâna la 80) °C

*si nu* 0 °C – 80 °C

5 V pâna la 10 V *sau* (5 pâna la 10) V

*si nu* 5 – 10 V

(5,2; 6,4; 7,6; 8,8; 10,0) kHz

*si nu* 5,2; 6,4; 7,6; 8,8; 10,0 kHz

84,5 m ± 0,2 m *sau* (84,5 ± 0,2) m

*si nu* 84,5 ± 0,2 m *sau* 84,5 m ± 0,2

45 s – 6 s = 39 s *sau* (45 – 6) s = 39 s

*si nu* 45 – 6 s = 39 s

## **4.8. Simboluri solitare**

Simbolurile unitatilor de masura **nu se folosesc** niciodata solitare, adica fara specificarea valorii numerice sau a simbolului cantitativ.

*Exemple:*

în 10 km sunt  $10^4$  mm    *si nu*    în 10 km sunt mai multi mm  
se vinde la metru patrat    *si nu*    se vinde la  $m^2$

Sunt permise utilizarea expresiilor de genul  $t/^{\circ}\text{C}$ ,  $E/(\text{V/m})$ ,  $p/\text{MPa}$  etc.

## **4.9. Selectarea prefixelor SI**

Selectarea si alegerea multiplilor si submultiplilor zecimali ai unei unitati, destinate exprimarii unei valori (marimi) cantitative, respectiv alegerea unui prefix SI este determinata de câtiva factori:

- necesitatea indicarii celor mai semnificative cifre din numar;
- necesitatea utilizarii valorilor numerice usor de înteles;
- experienta în domenii specifice ale stiintei si tehnicii.

Deseori **se recomanda**, pentru a simplifica întelegerea, ca prefixele sa fie alese astfel încât valorile numerice sa fie cuprinse între 0,1 si 1000. În aceasta situatie se vor modifica numai simbolurile prefixelor, care reprezinta cifra 10 ridicata la o putere multipla lui 3.

*Exemple:*

$5,7 \times 10^7 \text{ Hz}$	<i>poate fi scris ca</i>	$57 \times 10^6 \text{ Hz} = 57 \text{ MHz}$
0,007 43 g	<i>poate fi scris ca</i>	$7,43 \times 10^{-3} \text{ g} = 7,43 \text{ mg}$
5129 W	<i>poate fi scris ca</i>	$5,129 \times 10^3 \text{ W} = 5,129 \text{ kW}$
$8,2 \times 10^{-8} \text{ m}$	<i>poate fi scris ca</i>	$82 \times 10^{-9} \text{ m} = 82 \text{ nm}$

Totusi, nu întotdeauna marimile permit respectarea recomandarilor de mai sus, respectarea carora nu este obligatorie. În diverse tabele cu valori se recomanda utilizarea unui singur prefix, chiar daca unele din valorile numerice nu se încadreaza în domeniul  $0,1 \div 1000$ . De exemplu, se prefera utilizarea expresiei “marimea piesei este de

20mm × 5 mm × 0,03 mm” si nicidecum a expresiei “marimea piesei este de 2 cm × 5 mm × 3 μm”.

În unele tipuri de desene tehnice este primita exprimarea tuturor dimensiunilor în milimetre. Acesta este un exemplu de utilizare a prefixelor bazat pe experienta acumulata în unele domenii specifice ale stiintei si tehnicii.

#### **4.10. Marimi adimensionale**

Unele marimi, de exemplu indicele de refractie, permeabilitatea relativa etc, sunt definite ca raportul dintre doua marimi reciproc comparabile si astfel au dimensiunea (unitatea de masura) unu. Unitatea coerenta SI pentru o astfel de marime este raportul dintre doua unitati SI identice, care este exprimata prin cifra 1. În acelasi timp, cifra 1 nu apare în expresia marimii de dimensiunea unu. De exemplu, valoarea indicelui de refractie dintr-un mediu dat este exprimata ca  $n = 1,51 \times 1 = 1,51$ .

Din alt punct de vedere, unele marimi adimensionale (egale cu unu) au simboluri si denumiri speciale care pot fi utilizate în functie de împrejurari. Unghiul plan si unghiul solid (vezi tabelul 3), pentru care unitatile SI sunt radianul (rad) si respectiv steradianul (sr), sunt exemple clasice ale unor astfel de marimi.

##### **4.10.1. Multiplii si submultiplii unitatii unu**

Deoarece prefixele simbolurilor nu pot fi atasate unitatii (cifrei) unu (vezi par. 3.2.6), **este recomandat** ca puterile lui 10 sa exprime multiplii si submultiplii zecimali ai unitatii de masurare.

*Exemplu:*  $\underline{m} = 1,2 \times 10^{-6}$  si nu  $\underline{m} = 1,2 \mu$

*Nota:*  $\underline{m}$  este simbolul cantitativ pentru permeabilitatea relativa.

#### **4.10.2. Procentul - %**

În acord cu [6] **se considera acceptabil** de a folosi simbolul % (procent) pentru numărul 0,01 și, astfel, de a exprima cu ajutorul lui o mărime cantitativă cu valoarea unu. La folosirea acestui simbol este lăsat *spațiu* între el și numărul pe care-l multiplică. În acord cu paragraful 4.6, este necesar de a folosi simbolul % și nu cuvântul “procent”.

*Exemple:*  $x_B = 0,0025 = 0,25 \%$

*și nu*  $x_B = 0,25$  procente.

Deoarece simbolul % reprezintă pur și simplu un număr, nu este recomandat de a-i atășa informații suplimentare (vezi paragraful 4.4). Deaceia, **trebuie evitată** folosirea expresiilor de tip “procentaj de greutate”, “procentaj de masă”, “procentaj de volum” sau “procentaj dintr-o cantitate de substanță”. Similar, trebuie **sa se evite** și scrierea simbolului procentual, de exemplu: “% (m/m)”, “% (din greutate)”, “% (V/V)”, “% din volum” sau “% (mol/mol)”. În astfel de cazuri se preferă de a folosi formulările de tipul: “fracția masei este 0,10” sau “fracția masei e de 10 %”, “ $w_B = 0,10$ ” sau “ $w_B = 10 \%$ ” etc.

În același context, deoarece simbolul % reprezintă pur și simplu numărul 0,01, **este incorrect** de a scrie, de exemplu: “unde rezistențele  $R_1$  și  $R_2$  diferă cu 0,05 %” sau “valoarea rezistenței  $R_1$  depășește valoarea rezistenței  $R_2$  cu 0,05 %”. În acest caz, ar trebui să se utilizeze formularea “unde  $R_1 = R_2 (1 + 0,05 \%)$ ” sau să se definească mărimea ? utilizând relația  $? = (R_1 - R_2) / R_2$  și să se scrie “unde ? = 0,05 %”.

#### **4.10.3. ppm, ppb și ppt**

Aceste simboluri fac parte din termenii limbii engleze, abrevieri pentru: parte din milion – ppm, parte din bilion – ppb și parte din



trilion – ppt. Aceste notatii **nu sunt acceptate** pentru a fi utilizate în SI, pentru exprimarea marimilor cantitative.

Exemple ale înlocuirii notatiilor ppm, ppb si ppt sunt prezentate în continuare.

*Exemple:*

5,0 $\mu\text{L/L}$	<i>sau</i>	$5,0 \times 10^{-6} V$	<i>si nu</i>	5,0 ppm $V$
9,3 nm/m	<i>sau</i>	$9,3 \times 10^{-9} l$	<i>si nu</i>	9,3 ppb $l$
8 ps/s	<i>sau</i>	$8 \times 10^{-12} t$	<i>si nu</i>	8 ppt $t$

unde:  $V$  – volum,  $l$  – lungime si  $t$  – timp.

#### **4.10.4. Cifre romane**

Este **inacceptabil** de a folosi cifrele romane pentru a exprima valorile marimilor cantitative. Numai în cazuri exceptionale, pot fi folosite cifrele C, M si MM pentru substituirea numerelor  $10^2$ ,  $10^3$  si respectiv  $10^6$ .

## **5. Reguli si conventii ortografice pentru denumiri de unitati**

În urmatoarele 6 subcapitole sunt prezentate reguli si conventii stilistice referitoare la pronuntarea si scrierea denumirilor de unitati.

### **5.1. Majuscule**

La pronuntare, denumirile unitatilor sunt tratate ca niste substantive obisnuite. Astfel, **denumirile** tuturor **unitatilor**, la scriere, **încep cu litere minuscule**, cu exceptia cazului când se afla la începutul propozitiei sau în titluri.

De exemplu, în conformitate cu aceasta regula, scrierea corecta a denumirii unitatii °C este “grad Celsius” (unitatea “grad” începe cu o litera minuscula “g”, iar cuvântul “Celsius” începe cu o majuscula “C”, deoarece este un nume personal).

### **5.2. Denumiri de unitati cu prefixe**

La scrierea denumirilor unei unitati, ce contine un prefix, între prefix si denumirea unitatii **nu se foloseste spatiul** sau **cratima** (vezi paragraful 3.2.3).

*Exemple:*    miligram      *si nu*      mili-gram      *sau*      mili gram  
                 kilowatt      *si nu*      kilo-watt,      *sau*      kilo watt

Conform prescriptiilor de scriere a unitatilor de masura se poate sublinia ca exista doar câteva cazuri în care vocala finala a prefixului SI se omite.

*Exemple:*    megohm              *si nu*              megaohm  
                 kilohm              *si nu*              kiloohm  
                 hectare              *si nu*              hectoare

În toate celelalte cazuri în care denumirea unitatii începe cu o vocala, ambele vocale, cea finala a prefixului cât si cea a denumirii unitatii se pastreaza si ambele se pronunta.

### **5.3. Denumiri de unitati obtinute prin multiplicare**

La scrierea denumirii unei unitati derivate formate din alte unitati prin multiplicare **se utilizeaza spatiul între unitatile componente** (forma preferata) **sau cratima** – pentru a separa denumirile unitatilor individuale.

*Exemple:*    newton metru            *sau*            newton-metru  
                  pascal secunda        *sau*            pascal-secunda

### **5.4. Denumiri de unitati obtinute prin divizare**

La scrierea unei denumiri de unitate derivata formata din alte unitati prin împartire **se utilizeaza cuvântul “pe”**. (vezi paragrafele 3.1.7 si 5.7).

*Exemple:*    radian pe secunda (rad/s)        *si nu*            radian/secunda  
                  newton pe metru (N/m)        *si nu*            newton/metru

### **5.5. Denumiri de unitati ridicate la putere**

În cazurile când se citesc denumirile de unitati ridicate la putere, **se folosesc cuvintele ce reprezinta valoarea puterii**, de genul “patrat” ori “cub”, care se plaseaza dupa denumirea unitatii. Conform gramaticii limbii române, în unele cazuri înaintea cuvântului ce reprezinta puterea se mai utilizeaza prepozitia “la”.

*Exemple:*    metru pe secunda la patrat ( $\text{m/s}^2$ )  
                  radian pe secunda la patrat ( $\text{rad/s}^2$ )  
                  milimetru cub ( $\text{mm}^3$ )  
                  amper pe metru patrat ( $\text{A/m}^2$ )  
                  joule pe metru cub ( $\text{J/m}^3$ )

### **5.6. Pluralul denumirilor de unitati**

În conformitate cu ortografia limbii române, pluralul denumirilor unitatilor de masura se poate forma în urmatoarele cazuri:

a) în cazul unitatilor simple, conform regulilor gramaticale.

*Exemple:*   metru patrat – metri patrati  
                  hertz – herti  
                  grad Celsius – grade Celsius  
                  lux – lucsi

Exceptie se face în cazul unitatii tesla, care este utilizata, traditional, sub aceeaasi forma si la plural precum si în cazul unitatilor henry si gray, care ramân neschimbate la plural.

- b) în cazul unitatilor derivate compuse exprimate printr-un produs de doua sau mai multe unitati simple, prin preluarea formei pluralului de catre prima din unitati.

*Exemple:*   newton metru – newtoni metru  
                  pascal secunda – pascali secunda

- c) în cazul unitatilor derivate compuse exprimate printr-un cât de unitati, prin preluarea formei pluralului de catre unitatea de la numarator sau, dupa caz, de catre prima unitate de la numarator, când aceasta este o unitate compusa constituita dintr-un produs de unitati simple.

*Exemple:*   metru pe secunda – metri pe secunda  
                  watt pe metru kelvin – wati pe metru kelvin

Exceptie fac unitatile “unu pe...” ale caror denumiri ramân neschimbate la plural.

## **5.7. Inacceptabilitatea utilizarii operatorilor matematici**

Deoarece, utilizarea operatorilor matematici în exprimarea denumirilor unitatilor de masura, ar putea provoca confuzii – simbolurile operatorilor matematice nu sunt utilizate în exprimarea denumirilor de unitati. În acest caz, exceptie fac numai simbolurile unitatilor unde acesti operatori pot fi utilizati (vezi paragrafele 3.1.7 si 5.4).

*Exemple:*   joule pe metru cub    *sau*     $\text{J/m}^3$     *sau*     $\text{J} \cdot \text{m}^{-3}$   
                  *si nu*    joule/metru cub    *sau*    joule·metru<sup>-3</sup>

## 6. Folosirea simbolurilor si numerelor în documente tehnice

### 6.1. Tipuri de simboluri

Simbolurile utilizate în diverse expresii pot fi grupate în 3 tipuri principale:

- a) simboluri pentru marimi;
- b) simboluri pentru unitati;
- c) simboluri pentru termeni descriptivi.

Pentru exprimarea simbolurilor marimilor, întotdeauna, se utilizeaza caractere italice (cursive), cu câteva exceptii, componente ale alfabetului Latin sau Grec. Aceste simboluri pot avea indici inferiori sau superiori sau alte simboluri (semne) de identificare.

Simbolurile pentru unitatile de masura, în special cele acceptate pentru utilizare, au fost prezentate pe larg în capitolele anterioare.

Simbolurile pentru termenii descriptivi (suplimentari) includ simbolurile pentru elementele chimice, simboluri matematice precum si indicii inferiori si superiori pentru simbolurile marimilor.

#### 6.1.1. Simboluri pentru marimi standardizate

Utilizarea unor cuvinte, abreviaturi sau a altor, oarecare, litere întâmplatoare în exprimarea simbolurilor marimilor trebuie evitate. De exemplu, folosirea simbolului marimii  $Z_m$  pentru impedanta mecanica si nu a prescurtarii IM.

În realitate, exista sute de simboluri (nationale si internationale) acceptate si utilizate în domeniul stiintelor (de exemplu fizica si tehnologie). Multe dintre acestea sunt prezentate în [6] si [7].

*Exemple:*

$E$ (intensitatea câmpului electric)	$Z_m$ (impedanta mecanica)
$p$ (presiunea)	$S_{tot}$ (sectiunea transversala totala)
$O$ (unghiul solid)	$T_N$ (temperatura dupa Néel)

### 6.1.2. Semne si simboluri matematice

Ca si în cazul simbolurilor pentru marimi, unele dintre semnele si simbolurile matematice folosite în stiinta (dar nu numai) sunt standardizate. Aceste semne si simboluri se regasesc în standardul ISO 31-11 [6], iar în continuare (tabelele 14÷17) sunt prezentati si descriși unii din cei mai utilizati operatori matematici.

**Tabelul 14.** Exemple de simboluri utilizate în logica matematica

Simbol, semn	Aplicatie	Explicatie
$\wedge$	$p \wedge q$	$p$ si $q$ (conjunctia)
$\vee$	$p \vee q$	$p$ sau $q$ (disjunctia)
$\neg$	$\neg p$	negatia lui $p$
$\Leftrightarrow$	$p \Leftrightarrow q$	$p$ este echivalent cu $q$
$\forall$	$\forall x \in A p(x)$	pentru orice $x$ aparținând multimii $A$ propozitia $p(x)$ este adevarata

**Tabelul 15.** Exemple de simboluri matematice utilizate în exprimarea multimilor

Simbol, semn	Aplicatie	Explicatie
$\in$	$x \in A$	$x$ este un element al multimii $A$
$\notin$	$y \notin A$	$y$ nu este un element al multimii $A$
$\{ \}$	$\{x_1, x_2, \dots x_n\}$	multime a carei elemente sunt $x_1, x_2, \dots x_n$
$\subseteq$	$B \subseteq A$	toate elementele lui $B$ apartin lui $A$
$\subset$	$B \subset A$	toate elementele lui $B$ apartin lui $A$ , dar $B$ nu este egal cu $A$
$\supseteq$	$A \supseteq B$	$A$ contine toate elementele lui $B$
$\setminus$	$A \setminus B$	diferenta dintre multimea $A$ si $B$
$\times$	$A \times B$	produs cartezian între multimele $A$ si $B$

**Tabelul 16.** Exemple de diverse simboluri si semne matematice

<b>Simbol, semn</b>	<b>Aplicatie</b>	<b>Explicatie</b>
$\neq$	$a \neq b$	$a$ este diferit de $b$
$\approx$	$a \approx b$	$a$ este aproximativ egal cu $b$
$\sim$	$a \sim b$	$a$ este proportional cu $b$
$\infty$		infinit
$\ll$	$a \ll b$	$a$ este mult mai mic decât $b$
$\gg$	$a \gg b$	$a$ este mult mai mare decât $b$
$//$	$AB // CD$	dreapta $AB$ este paralela cu dreapta $CD$
$\perp$	$AB \perp CD$	dreapta $AB$ este perpendiculara cu dreapta $CD$

**Tabelul 17.** Exemple de functii exponentiale si logaritmice

<b>Simbol, expresie</b>	<b>Explicatie</b>
$a^x$	functie exponentiala (în baza lui $a$ ) a lui $x$
$e^x$ $\exp x$	functie exponentiala (în baza lui $e$ ) a lui $x$
$\log_a x$	logaritm în baza $a$ a lui $x$
$\ln x$	logaritm natural de $x$ ; $\ln x = \log_e x$
$\lg x$	logaritm zecimal de $x$ ; $\lg x = \log_{10} x$
$\text{lb } x$	logaritm binar de $x$ ; $\ln x = \log_2 x$

## 6.2. Caractere pentru simboluri

Modalitatea de scriere (tiparire) a simbolului ajuta la definirea semnificatiei acestui simbol. De exemplu litera “A” poate fi scrisa în diferite moduri, fiecare având o semnificatie aparte:

- în cazul unei marimi scalare (aria) – cu caractere italice (cursiv):  $A$ ;

- în cazul unei unitati de masura (amper) – cu caractere romane (drepte): A;
- în cazul unei marimi vectoriale (vector) - cu caractere italice aldine (bold): **A**.

### **6.2.1. Marimi si variabile**

Pentru exprimarea marimilor se utilizeaza simbolurile cu caracter italic ca si în cazul simbolurilor pentru functii, de exemplu,  $f(x)$ .

*Exemple:*

$t = 6 \text{ s}$ ,                       $t$  – timpul, s – secunda;  
 $T = 22 \text{ K}$ ,                       $T$  – temperatura, K – kelvin;  
 $r = 35 \text{ cm}$ ,                       $r$  – raza, cm – centimetru;  
 $\lambda = 633 \text{ nm}$ ,                       $\lambda$  – lungimea undeii, nm – nanometru.

Constantele sunt, de obicei, marimi fizice si astfel simbolurile lor sunt reprezentate cu caractere italice; totusi daca simbolurile sunt folosite ca indici superiori sau inferiori, si au un rol descriptiv, ei se tiparesc cu caractere romane (paragraful 6.2.3).

$e$  – sarcina elementara;  
 $R$  – constanta molară a gazului;  
 $m_e$  –  $m$  masa,  $e$  – electron;  
 $N_A$  – constanta lui Avogadro,  $A$  – Avogadro;  
 $T_D$  – temperatura Debye,  $D$  – Debye.

Numerele si simbolurile pentru variabile în ecuatiile matematice sunt tiparite cu caractere italice:

$$y = \sum_{i=1}^m x_i z_i \qquad x^2 = ay^2 + bz^2$$

Simbolurile pentru vectori utilizeaza caractere italice (cursiv) aldine (bold), pentru reprezentarea tensorilor simbolurile trebuie sa fie de tipul sans-serif italic aldine, iar în cazul matricelor - numai italice:



$$\mathbf{A} \cdot \mathbf{B} = \mathbf{C} \text{ (vectori),} \quad \mathbf{T} - \text{(tensor),} \quad \mathbf{B} = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{pmatrix} \text{(matrice).}$$

Simbolurile folosite ca indici sau ca exponenți sunt de tip italic, în cazul când reprezintă mărimi sau variabile:

$c_p$	$p$ – presiune;
$q_m$	$m$ – masă;
$\mathbf{s}_O$	$O$ – unghi solid;
$?_z$	$z$ – coordonată.

### 6.2.2. Unitati

Simbolurile pentru unități și prefixe SI sunt tipărite utilizând caractere de tip roman:

m – metru;	cm – centimetru;
g – gram;	μg – microgram;
l – litru;	ml – mililitru.

### 6.2.3. Termeni cu caracter descriptiv

Simbolurile ce au un caracter pur descriptiv (de exemplu, elementele chimice) se tipăresc utilizând caractere romane (drepte); cum ar fi simbolurile ce reprezintă constantele matematice care au un caracter invariabil (de exemplu,  $p$ ) și simbolurile care reprezintă funcțiile explicit definite sau operatorii bine definiți (de exemplu,  $?(x)$  sau  $\text{div}$ ):

Elemente chimice:

Al – aluminiu, Be – beriliu, S – sulf, U – uraniu.

Constante, funcții și operatori matematici:

$e$	baza logaritmului natural
$dx/dt$	$d$ – derivată de ordinul unu din
$\Sigma x_i$	$\Sigma$ – suma lui
$\log_a x$	$\log_a$ – logaritm în baza lui $a$ din
$\sin x$	$\sin$ – sinus din

Simbolurile folosite ca indici inferiori sau superiori, daca au un caracter descriptiv, se tiparesc cu caractere romane:

$\epsilon_{0_i}^{(ir)}$  ir – irational;

$V_m^1$  m – molar, 1 – faza lichida;

$E_k$  k – cinetic;

$C_g$  g – gaz;

$\mu_r$  r – relativ.

#### 6.2.4. Modele de scriere a ecuatiilor

$$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2};$$

$$pV = nRT$$

$$\varphi_B = x_B V_{m,B}^* / \sum_A x_A V_{m,A}^*$$

$$\tilde{p}_B = \lambda_B \lim_{p \rightarrow 0} (x_B p / \lambda_B)$$

$$c_1 = \lambda^{-5} / [\exp(c_2 / \lambda T) - 1]$$

$$\frac{F}{Q} = -\text{grad } V$$

#### 6.3. Simboluri pentru elemente chimice

Simbolurile elementelor chimice trebuie tiparite cu caractere romane, oricare ar fi tipul caracterelor utilizate în text. Un simbol al unui element chimic nu este urmat de punct, în afara cazului punctuatiei normale, de exemplu la sfârșitul unei propozitii.

*Exemple:*

Ne P Cr Pt

Indicii superiori sau inferiori, atasati unui nuclid sau a unei molecule, au urmatoarele semnificatii:

- Numarul de nucleoni (numar de masa) al unui nuclid este plasat în pozitia superioara stânga, de exemplu:

$^{28}\text{Si}$

$^{14}\text{N}$

- Numarul atomilor unui nuclid într-o molecula este plasat în pozitia inferioara dreapta, de exemplu:

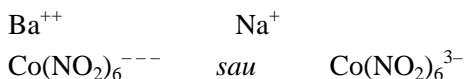


- Numarul de protoni (numar atomic) poate fi indicat în pozitia inferioara stânga, de exemplu:



- O stare de excitare sau de ionizare poate fi indicata, daca este necesar, în pozitia superioara dreapta, de exemplu:

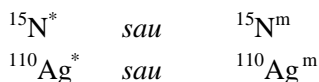
- Stare de ionizare:



- Stare electronica excitata:



- Stare nucleara excitata:



## **6.4. Numere**

### **6.4.1. Tiparirea numerelor**

Numerele (arabe) trebuie tiparite, de regula, cu caractere romane (drepte) – stil normal.

### **6.4.2. Semnul zecimal**

Semnul zecimal este o virgula de rând. Daca valoarea absoluta a unui numar este mai mica decât unu, semnul zecimal trebuie precedat de un zero.

*Exemplu:*

0,54 mm este forma corecta      *si nu*      .54 mm.

Deseori, în documentele în limba engleza, semnul punctului este utilizat în locul virgulei. Însa, conform deciziei Consiliului ISO, semnul zecimal utilizat în documentele ISO este virgula. Daca în exprimarea numerelor zecimale se utilizeaza punctul, ca si în cazul virgulei, el trebuie situat în acelasi rând cu cifrele utilizate.

#### **6.4.3. Gruparea cifrelor**

Pentru a se usura citirea numerelor care contin mai multe cifre, aceste numere pot fi separate, preferabil în grupe de câte trei cifre alaturate, considerate de o parte si de alta a semnului zecimal. Grupele, de câte trei cifre, ar trebui separate printr-un mic spatiu, dar niciodata printr-o virgula, un punct sau în alt mod. Aceasta modalitate de grupare nu este, de obicei, utilizata în cazul numerelor de 4 cifre cu exceptia unor cazuri izolate.

*Exemplu:*

47 243 559	<i>si nu</i>	47.243.559
61 769,448 97	<i>si nu</i>	61.769,448 97
2429 <i>sau</i> 2 429	<i>si nu</i>	2.429
0,933 572 8	<i>si nu</i>	0,9335728
4109,9731 <i>sau</i> 4 109,973 1	<i>si nu</i>	4 109,9731 <i>sau</i> 4109,973 1

*Nota:* Practica de folosire a spatiului, pentru gruparea cifrelor, nu este (de obicei) folosita în aplicatii specializate exacte, cum ar fi proiectele ingineresti sau rapoartele financiare.

#### **6.4.4. Înmultirea numerelor**

Semnul utilizat pentru reprezentarea înmultirii numerelor este  $\times$  sau un punct plasat la semiînaltimea cifrelor ( $\cdot$ ).

Daca punctul, plasat la semiînaltimea cifrelor, este utilizat ca semn de înmultire, atunci virgula este utilizata ca semn zecimal. Însa, daca punctul este utilizat ca semn zecimal (de exemplu, cazul S.U.A.)

atunci semnul  $\times$  este utilizat ca semn de înmulțire. Cu toate acestea, în documentele ISO, punctul nu este utilizat direct între numere pentru a indica o înmulțire.

*Exemple:*

$$56 \cdot 78,2$$

$$92 \times 67.4 \text{ kg}$$

$$86 \text{ m/s} \times 21,34 \text{ s}$$

*Nota:* Înmulțirea simbolurilor marimilor (a numerelor sau a marimilor situate în paranteze) poate fi reprezentată prin următoarele moduri:  $a \ b$ ,  $a \times b$ ,  $a \cdot b$ .

## 6.5. Alfabetul grec

În tabelul 18 este prezentată forma exactă a alfabetului grec în ambele forme de scriere: roman (drept) și italic (cursiv).

**Tabelul 18.** Alfabetul grec

alfa	?	a	?	<i>a</i>	niu	?	?	?	?
beta	?	$\beta$	?	<i><math>\beta</math></i>	csi	?	?	?	?
gama	G	?	<i>G</i>	?	omicron	?	?	?	?
delta	?	d	?	<i>d</i>	pi	?	p, $\varpi$	?	<i>p, \nu</i>
epsilon	?	e, $\epsilon$	?	<i>e, \hat{I}</i>	ro	?	?	?	?
zeta	?	?	?	?	sigma	S	s	<i>S</i>	<i>s</i>
eta	?	?	?	?	tau	?	t	?	<i>t</i>
teta	T	?, $\vartheta$	<i>T</i>	?, <i>J</i>	ipsilon	?	?	?	?
iota	?	?	?	?	fi	F	f, $\phi$	<i>F</i>	<i>f, \mathbf{f}</i>
kapa	?	?	?	?	hi	?	?	?	?
lambda	?	?	?	?	psi	?	?	?	?
miu	?	$\mu$	?	<i><math>\mu</math></i>	omega	O	?	<i>O</i>	?



## **Anexa A: Definitiiile unitatilor SI fundamentale si suplimentare**

**Metrul** (adoptat în 1983, la a 17-a Conferinta Generala de Masuri si Greutati – CGPM).

Metrul este lungimea drumului parcurs de lumina, în vid, într-un interval de timp  $1/299\,792\,458$  dintr-o secunda.

**Kilogramul** (1889, 1-a CGPM si 1901, a 3-a CGPM )

Kilogramul este egal cu masa prototipului international al **kg**-ului. Prototipul din platina iridiata este pastrat la Sèvres, Franta.

**Secunda** (1967, a 13-a CGPM)

Secunda este durata a  $9\,192\,631\,770$  perioade ale radiatiei care corespunde tranzitiei între cele doua niveluri hiperfine ale starii fundamentale a atomului de Cesium 133.

**Amperul** (1948, a 9-a CGPM)

Amperul este intensitatea unui curent electric constant care, mentinut în doua conductoare paralele, rectilinii, de lungime infinita, cu sectiune circulara neglijabila, asezate în vid la distanta de 1 metru unul de altul, ar produce între aceste conductoare o forta de  $2 \times 10^{-7}$  newton pe o lungime de 1 metru.

**Kelvinul** (1967, a 13-a CGPM)

Kelvinul, unitate de temperatura termodinamica, este fractiunea  $1/273,16$  din temperatura termodinamica a punctului triplu al apei.

**Molul** (1971, a 14-a CGPM)

Molul este cantitatea de substanta a unui sistem care contine atâtea entitati elementare câti atomi sunt în  $0,012$  kg de carbon 12 ( $C^{12}$ ). Când se utilizeaza molul, trebuie specificate entitatile elementare, care pot fi atomi, molecule, ioni, electroni, alte particule sau grupuri specificate de asemenea particule.

**Candela** (1979, a 16-a CGPM)

Candela este intensitatea luminoasa, într-o directie data, a unei surse de lumina care emite o radiatie monocromatica cu frecventa de  $540 \times 10^{12}$  Hz si care are o intensitate radianta în aceeasi directie de  $1/683$  watt pe steradian (W/sr).

**Radian** (1980, de Comitetul Internațional de Măsurători și Greutăți – CIPM).

Radianul este unghiul plan cuprins între două raze care delimitează pe un cerc un arc cu lungimea egală cu raza.

**Steradianul** (1980, CIPM).

Steradianul este unghiul solid cu vârful în centrul unei sfere, care delimitează pe suprafața sferei o arie egală cu cea a unui pătrat având latura egală cu raza sferei.



## Anexa B: Tabele de transformare a unitatilor de masura

Existenta mai multor sisteme de unitati de masura si faptul ca la ora actuala înca se utilizeaza destul de frecvent unitatile tolerate (ca exemple pot servi: tur/min; cal – putere; mm a coloanei de mercur; ar; hectar, etc.) si unitati britanice aparținând sistemului FPS (foot, pound, secunda) duc la necesitatea transformarii unitatilor SI în unitati ale altor sisteme si invers. Globalizarea si efectele ei: e-economia, e-comertul, e-educatia, internetul – au condus la un schimb colosal de informatii. Cu regret, informatia cu caracter tehnic si comercial lansata din tarile anglofone, adesea, contine unitati de masura nationale care difera de unitatile SI. Metodele generale de conversie a valorilor numerice dintr-un sistem de unitati de masura în altul sunt stabilite în Sistemul National de Metrologie. Din aceste cauze consideram utile tabelele prezentate mai jos în care s-au inclus unitatile de masura din alte sisteme mai frecvent utilizate.

### B1: Unitati de lungime

Lungimea	Metru (m)	Inch (in)	Foot (ft)	Yard (yd)	Furlong (fr)	Mila (mi)	Mila marit.
Metru (m)	1	39,3701	3,2808	1,0936	-	-	-
Inch (in)	0,0254	1	0,0833	0,0277	-	-	-
Foot (ft)	0,3048	12	1	0,3333	-	-	-
Yard (yd)	0,9144	36	3	1	-	-	-
Furlong (fr)	201,168	-	660	220	1	0,125	0,1085
Mila (mi)	1609,344	-	5280	1760	8	1	0,8684
Mila maritima S.U.A.	1853,25	-	6080	2025,4	9,2121	1,1515	1

### **B2: Unitati de arie**

Aria	m <sup>2</sup>	ar	hectar	in <sup>2</sup>	ft <sup>2</sup>	yd <sup>2</sup>	acri
m <sup>2</sup>	1	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-4</sup>	1550	10,7636	1,1959	-
ar (a)	10 <sup>2</sup>	1	10 <sup>-2</sup>	-	1076,36	119,59	-
hectar (ha)	10 <sup>4</sup>	10 <sup>2</sup>	1	-	-	11959,9	2,471
in <sup>2</sup> (sq.inch)	6,4516 10 <sup>-4</sup>	-	-	1	-	-	-
ft <sup>2</sup> (sq. foot)	9,29 10 <sup>-2</sup>	-	-	144	1	0,111	-
yd <sup>2</sup> (sq.yard)	0,8361	-	-	1296	9	1	-
Acri (S.U.A.)	4046,87	40,469	0,4047	-	43560	4840	1

### **B3: Unitati de volum**

Volum	m <sup>3</sup>	Litru (l)	Pinta	Quarta, UK	Galon, SUA	Galon, UK	Baril, SUA
m <sup>3</sup>	1	10 <sup>3</sup>	-	-	264,2	220	6,2898
Litru (l)	10 <sup>-3</sup>	1	1,7598	0,8799	-	0,2199	-
Pinta	-	0,568	1	0,5	-	0,125	-
Quarta (UK)	-	1,136	2	1	-	0,25	-
Galon (S.U.A.)	-	3,785	-	-	1	0,8327	0,0238
Galon (UK)	-	4,546	8	4	1,201	1	0,0286
Baril petrol (S.U.A.)	0,159	158,98	-	-	42	34,9714	1

### B4: Unitati de presiune

Presiuni	$\frac{N}{m^2}$ , Pa	$\frac{Kgf}{m^2}$ , mm H <sub>2</sub> O	$\frac{Kgf}{cm^2}$ , at	Atm	Torr, 1 mm Hg	Bar
Pascal	1	0,10197	$1,01972 \times 10^{-5}$	$0,98692 \times 10^{-5}$	$7,50064 \times 10^{-3}$	$10^{-5}$
Kg forta pe m <sup>2</sup> , mm H <sub>2</sub> O	9,80665	1	$10^{-4}$	$9,67837 \times 10^{-5}$	0,073556	$9,80665 \times 10^{-5}$
Kg forta pe cm <sup>2</sup> , atmosfera tehnica (at)	$9,80665 \times 10^4$	$10^4$	1	0,967841	735,559	0,98066
Atmosfera fizica (atm)	$10,1325 \times 10^4$	$1,03323 \times 10^4$	1,03323	1	760	1,01325
Torr, (1 mm Hg)	133,322	13,5951	$13,5951 \times 10^{-4}$	$1,31579 \times 10^{-3}$	1	$1,33322 \times 10^{-3}$
Bar	$10^5$	$1,01972 \times 10^4$	1,01972	0,98692	750,064	1

**B5: Unitati de forta si masa**

Forta, masa	N	kgf	kg	t	lb	oz
Newton (N)	1	0,10197	-	-	-	-
Kilogram forta (kgf)	9,80655	1	-	-	-	-
Kilogram masa (kg)	-	-	1	$10^{-3}$	2,20462	32,15074
Tona (t)	-	-	$10^3$	1	2204,6225	32150,74
Pound UK (lb)	-	-	$4,53592 \times 10^{-1}$	$4,53592 \times 10^{-4}$	1	14,58333
Uncie (metale pretioase) (oz)	-	-	$3,11035 \times 10^{-2}$	-	0,06857	1

**B6: Unitati de putere**

Putere	W	CP	hp	CP electric
Watt = J/s	1	$1,36 \times 10^{-3}$	$1,341 \times 10^{-3}$	$1,34 \times 10^{-3}$
Cal putere international (CP)	735,5	1	745,7	746
Horsepower (UK) (hp)	745,7	1,0138	1	0,9996
Cal putere electric	746	1,0142	1,0004	1

### B7: Unitati de energie

Energie (lucrul mecanic, caldura)	J	kWh	kcal	Btu
Joule = $W \cdot s$	1	$0,27778 \times 10^{-6}$	$238,8 \times 10^{-6}$	$948 \times 10^{-6}$
Kilowattora (kWh)	$3,6 \times 10^6$	1	859,8	3413
Kilocalorie (kcal)	$4,1868 \times 10^3$	$1,163 \times 10^{-3}$	1	3,969
British thermal unit (Btu)	1055	$293 \times 10^{-6}$	0,252	1
<b>1 Gcal</b> = $10^9$ cal = $10^6$ kcal = $1,163 \times 10^3$ kWh = 1,163 MWh				
<b>1 tona combustibil conventional (t.c.c.)</b> = $7 \times 10^6$ kcal = $8,1414 \times 10^3$ kWh = = 8,1414 MWh = 7,0 Gcal				
<b>1 tona echivalent petrol (tep)</b> = 1,5 t.c.c. = $10,5 \times 10^6$ kcal = $12,21 \times 10^3$ kWh = = 12,21 MWh = 10,5 Gcal				

În continuare vor fi prezentati, în continuarea si completarea tabelelor B1÷B6, coeficientii de conversie a diverselor unitati de masura (mai rar utilizate), preponderent din afara SI si care nu sunt permise de a fi utilizate, în unitati SI sau derivate ale acestora. Unitatile sunt grupate functie de marimea pe care o reprezinta.

Coeficientii de conversie sunt cuprinsi între valorile 1 si 10, având maximum 6 cifre zecimale. Numerele (coeficientii de conversie) sunt urmate de litera E, care reprezinta exponentul (produsul la 10) si poate avea puteri atât pozitive cât si negative.

*Exemple:*

5,458 209 E-02    *care reprezinta*     $5,458\ 209 \times 10^{-2} = 0,054\ 582\ 09$

6,987 123 E+03    *care reprezinta*     $6,987\ 123 \times 10^3 = 6987,123$

În unele cazuri coeficientul de conversie va fi reprezentat cu caractere aldine (bold) – acest lucru va însemna ca coeficientul are o valoare exacta, în celelalte cazuri valoarea sa va fi rotunjită pâna la maxim 6 cifre dupa virgula. Pentru a exemplifica modalitatea de interpretare a tabelelor ce contin coeficientii de conversie a unitatilor de masura vom prezenta doua exemple:

<i><b>Conversie din</b></i>	<i><b>în</b></i>	<i><b>de înmultit cu</b></i>
mila [mile] <sup>24</sup> (mi) .....	metru (m) <sup>25</sup> .....	<b>1,609 344 E+03</b>
inch la cub (in <sup>3</sup> ) .....	metru cub (m <sup>3</sup> ) .....	1,638 706 E-05
care reprezinta:    1 mi = 1 609,344 m (exact)		
1 in <sup>3</sup> = 0,000 016 387 06 m <sup>3</sup>		

Pentru a converti distanta de, spre exemplu,  $l = 3,15$  mile în metri vom proceda conform exemplului:  $l = 3,15\ \text{mi} \times 1\ 609,344\ \text{m/mi} = 5069,4336\ \text{m}$  sau o putem converti în kilometri: 5,069 4336 km.

---

<sup>24</sup> în cazurile când va fi necesar, în paranteze patrate, va fi prezentata denumirea unitatii în limba engleza.

<sup>25</sup> în paranteze rotunde va fi notat simbolul unitatii.

Conversie din

în

de înmulțit cu

**B7: Electricitate si Magnetism**

amper ora (A · h) .....	coulomb (C).....	<b>3,6</b>	<b>E+03</b>
gauss (Gs, G).....	tesla (T) .....	<b>1,0</b>	<b>E-04</b>
maxwell (Mx) .....	weber (T) .....	<b>1,0</b>	<b>E-08</b>
mho .....	siemens (S) .....	<b>1,0</b>	<b>E+00</b>
oersted (Oe).....	amper pe metru (A/m) .....	<b>7,957 747</b>	<b>E+01</b>

**B8: Energie**

calorie (medie).....	joule (J) .....	<b>4,190 02</b>	<b>E+00</b>
calorie <sub>IT</sub> (cal <sub>IT</sub> ) .....	joule (J) .....	<b>4,1868</b>	<b>E+00</b>
calorie <sub>th</sub> (cal <sub>th</sub> ).....	joule (J) .....	<b>4,184</b>	<b>E+00</b>
electronvolt (eV).....	joule (J) .....	<b>1,602 177</b>	<b>E-19</b>
erg (erg) .....	joule (J) .....	<b>1,0</b>	<b>E-07</b>
tona combustibil conventional (tcc).....	joule (J) .....	<b>2,9304</b>	<b>E+10</b>
tona de TNT <sup>26</sup> (echivalent energetic) <sup>27</sup> .....	joule (J) .....	<b>4,184</b>	<b>E+09</b>
unitate termica britanica <sub>IT</sub> (Btu <sub>IT</sub> ) <sup>28</sup> .....	joule (J) .....	<b>1,055 056</b>	<b>E+03</b>

<sup>26</sup> TNT – trinitrotoluene (trotil)

<sup>27</sup> valoare definita, nemasurabila

**Conversie din** **în** **de înmulțit cu**

**B9: Iluminare**

candela pe inch patrat ( $\text{cd/in}^2$ ) .....	candela pe metru patrat ( $\text{cd/m}^2$ ) .....	1,550 003 E+03
flame .....	lux (lx) .....	4,305 564 <b>E+01</b>
foot candela .....	lux (lx) .....	1,076 391 E+01
foot lambert .....	candela pe metru patrat ( $\text{cd/m}^2$ ) .....	3,426 259 E+00
lambert <sup>29</sup> .....	candela pe metru patrat ( $\text{cd/m}^2$ ) .....	3,183 099 E+03
lumen pe foot patrat ( $\text{lm/ft}^2$ ) .....	lux (lx) .....	1,076 391 E+01
lumen pe metru patrat ( $\text{lm/m}^2$ ) .....	lux (lx) .....	<b>1,0 E+00</b>
metru candela .....	lux (lx) .....	<b>1,0 E+00</b>
nox .....	lux (lx) .....	<b>1,0 E-03</b>
phot (ph) .....	lux (lx) .....	<b>1,0 E+04</b>
stilb (sb) .....	candela pe metru patrat ( $\text{cd/m}^2$ ) .....	<b>1,0 E+04</b>

<sup>28</sup> la a V-a Conferinta Internationala privind Proprietatile Aburilor (London, 1956) a fost definita valoarea unei calorii, conform Tabelului International,  $\text{cal}_T = 4,1868 \text{ J}$  si astfel  $\text{Btu}_T$  [British thermal unit<sub>T</sub>] are o valoare exacta de 1 055,055 852 62 J. Astfel, notatia "IT" va reprezenta unitatea conform Tabelului International. Similar notatia "th" reprezinta unitatile bazate pe valoarea exacta a caloriei termochimice, unde valoarea Btu termochimica se va baza pe valoarea caloriei termochimice,  $\text{cal}_h = 4,184 \text{ J}$

<sup>29</sup> factorul, exact, de conversie este  $10^4/\pi$



---

<b>Conversie din</b>	<b>în</b>	<b>de înmulțit cu</b>
----------------------	-----------	-----------------------

**B10: Lungime**

ångström (Å) .....	metru (m) .....	<b>1,0 E-10</b>
an-lumina (al) .....	metru (m) .....	9,460 528 E+15
arsin, rusesc .....	metru (m) .....	<b>7,112 E-01</b>
unitate astronomică (au) .....	metru (m) .....	1,495 979 E+11

**B11: Masa**

pud .....	kilogram (kg) .....	1,638 050 E+01
slug (slug) .....	kilogram (kg) .....	1,459 390 E+01
uncie (metale prețioase, farmaceutica) (oz) .....	kilogram (kg) .....	3,110 348 E-02
uncie UK [ounce] (oz) .....	kilogram (kg) .....	2,834 952 E-02
chintal .....	kilogram (kg) .....	1,0 E+02

**B12: Radiologie – Roentgenologie**

curie (Ci) .....	becquerel (Bq) .....	<b>3,7 E+10</b>
eman (E) .....	curie (Ci) .....	<b>1,0 E-10</b>
rad (valoare absolută) (rad) .....	gray (Gy) .....	<b>1,0 E-02</b>
rem (rem) .....	sievert (Sv) .....	<b>1,0 E-02</b>
roentgen (R) .....	coulomb pe kilogram (C/kg) .....	<b>2,58 E-02</b>
rutherford .....	curie (Ci) .....	<b>2,703 E-05</b>

<b>Conversie din</b>	<b>în</b>	<b>de înmulțit cu</b>
<b>B13: Temperatura</b>		
grade Celsius (°C) .....	kelvin (K) .....	$T(K) = t(^{\circ}C) + 273,15$
grade centigrade .....	grade Celsius (°C) .....	$t(^{\circ}C) = t(grad. centig.)$
grade Fahrenheit (°F) .....	grade Celsius (°C) .....	$t(^{\circ}C) = [t(^{\circ}F) - 32]/1,8$
grade Fahrenheit (°F) .....	kelvin (K) .....	$T(K) = [t(^{\circ}F) + 459,67]/1,8$
grade Rankine (°Rank) .....	kelvin (K) .....	$T(K) = t(^{\circ}Rank) / 1,8$
grade Réaumur (°R) .....	grade Celsius (°C) .....	$t(^{\circ}C) = T(^{\circ}R) \cdot 0,8$
kelvin (K) .....	grade Celsius (°C) .....	$t(^{\circ}C) = T(K) - 273,15$
<b>B14: Timp</b>		
an (365 de zile) .....	secunde (s) .....	<b>3,1536 E+07</b>
an sideral .....	secunde (s) .....	3,155 815 E+07
an tropical .....	secunde (s) .....	3,155 693 E+07
ora (h) .....	secunde (s) .....	<b>3,6 E+04</b>
ora siderala .....	secunde (s) .....	3,590 170 E+03
secunda siderala .....	secunde (s) .....	9,972 696 E-01
zi (d) .....	secunde (s) .....	<b>8,64 E+04</b>
zi siderala .....	secunde (s) .....	8,616 409 E+04
<b>B15: Unghi</b>		
grad (°) .....	radian (rad) .....	1,745 329 E-02
minute (') .....	radian (rad) .....	2,908 882 E-04

<b>Conversie din</b>	<b>în</b>	<b>de înmulțit cu</b>
rotatie [revolution] (rev) .....	radian (rad) .....	6,283 185 E+00
secunde (") .....	radian (rad) .....	4,848 137 E-06

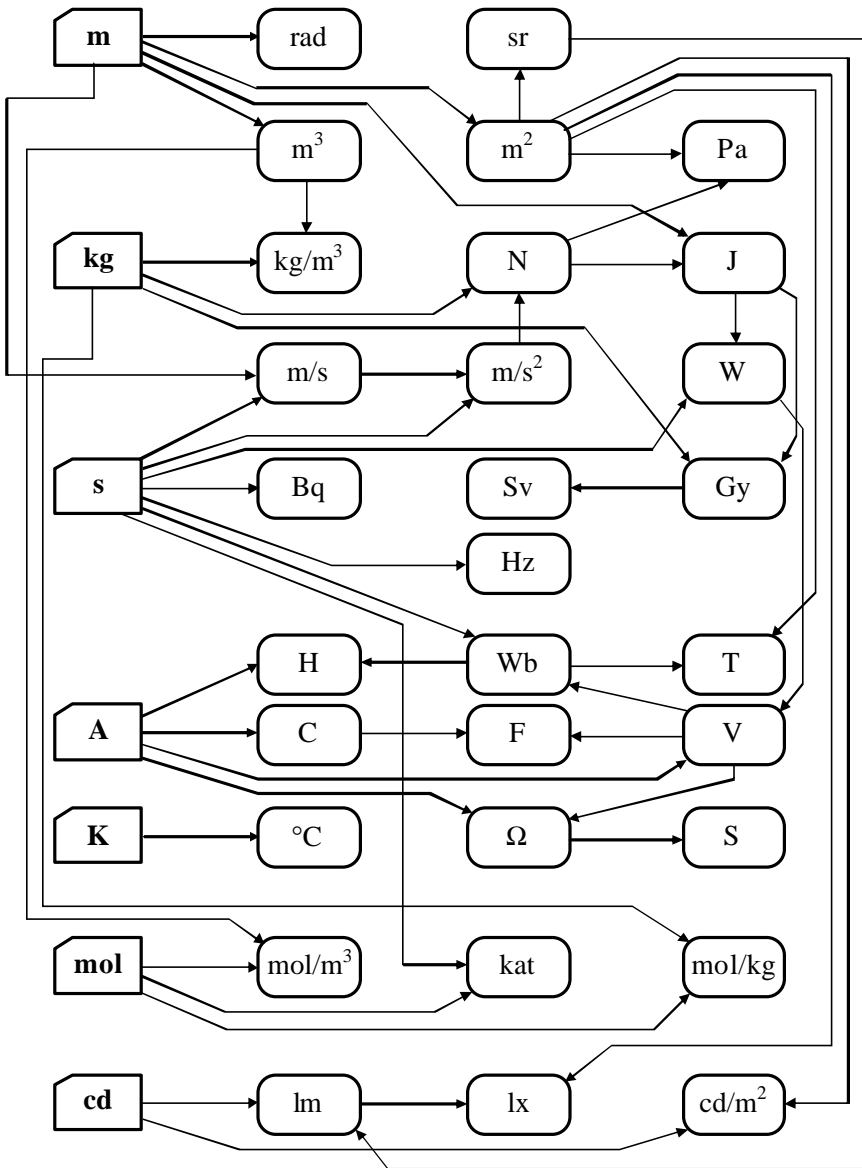
### **B16: Unitati Tipografice**

inch tipografic .....	milimetru (mm).....	<b>2,529 45 E+01</b>
pica (1/6 in).....	milimetru (mm).....	4,233 333 E+00
punct PostScript (pt) .....	milimetru (mm).....	3,513 125 E-01
punct tipografic (printer) (pt) .....	milimetru (mm).....	3,514 598 E-01
punct tipografic [point] (computator) (1/72 in) (pt). milimetru (mm).....		3,527 778 E-01
rod (în baza foot-ului SUA) (rd).....	milimetru (mm).....	5,029 210 E+00

### **B17: Viteza**

foot pe ora (ft/h) .....	metru pe secunda (m/s).....	8,466 667 E-05
foot pe secunda (ft/s).....	metru pe secunda (m/s).....	<b>3,048 E-01</b>
iard pe secunda (yd/s).....	metru pe secunda (m/s).....	<b>9,144 E-01</b>
inch pe secunda (in/s).....	metru pe secunda (m/s).....	<b>2,54 E-02</b>
kilometru pe ora (km/h).....	metru pe secunda (m/s).....	2,77 778 E-01
knot (mila nautica pe ora) .....	metru pe secunda (m/s).....	5,144 444 E-01
mila pe ora (mi/h) .....	kilometru pe ora (km/h).....	<b>1,609 344 E+00</b>
mila pe ora (mi/h) .....	metru pe secunda (m/s).....	<b>4,4704 E-01</b>
mila pe secunda (mi/s).....	metru pe secunda (m/s).....	<b>1,609 344 E+03</b>

## Anexa C: Interdependenta unitatilor SI



## Anexa D: Constante fizice fundamentale

### D1: Constante universale

Marime	Simbol	Valoare	Unitate	Incertitudinea Student relativa, $u_r$
viteza de propagare a luminii în vid	$c, c_0$	299 792 458	m/s	exact
permiabilitatea magnetica a vidului	$\mu_0$	$4\pi \times 10^{-7} =$ $= 12,566\ 370\ 614... \times 10^{-7}$	$N \cdot A^{-2}$	exact
permiabilitatea electrica a vidului, $1/\mu_0 \cdot c^2$	$\epsilon_0$	$8,854\ 187\ 817... \times 10^{-12}$	F/m	exact
acceleratia gravitacionala la 45° la nivelul marii	$g_n$	9,806 65	$m/s^2$	exact
impedanta caracteristica a vidului, $\mu_0 \cdot c$	$Z_0$	376,730 313 461...	$\Omega$	exact
constanta gravitacionala (Newtoniana)	$G$	$6,6732 \times 10^{-11}$	$m^3/(kg \cdot s^2)$	$1,5 \times 10^{-3}$
constanta Planck în $eV \cdot s$	$h$	$6,626\ 068\ 76(52) \times 10^{-34}$	$J \cdot s$	$7,8 \times 10^{-8}$
		$4,135\ 667\ 27(16) \times 10^{-15}$	$eV \cdot s$	$3,9 \times 10^{-8}$
masa Planck, $(hc/G)^{1/2}$	$m_P$	$2,1767(16) \times 10^{-8}$	kg	$7,5 \times 10^{-4}$
lungimea Planck, $h/m_P c = (h G/c^3)^{1/2}$	$l_P$	$1,6160(12) \times 10^{-35}$	m	$7,5 \times 10^{-4}$
timpul Planck, $l_P/c = (h G/c^5)^{1/2}$	$t_P$	$5,3906(40) \times 10^{-35}$	s	$7,5 \times 10^{-4}$

D2: Constante electromagnetice

Marime	Simbol	Valoare	Unitate	Incertitudinea Student relativa, $u_r$
sarcina electrica	$e$	$1,602\,176\,462(63) \times 10^{-19}$	C	$3,9 \times 10^{-8}$
	$e/h$	$2,417\,989\,491(95) \times 10^{14}$	A/J	$3,9 \times 10^{-8}$
flux magnetic cuantic, $h/2e$	$\Phi_0$	$2,067\,833\,636(81) \times 10^{-15}$	Wb	$3,9 \times 10^{-8}$
conductanta cuantica, $2e^2/h$	$G_0$	$7,748\,091\,696(28) \times 10^{-5}$	S	$3,7 \times 10^{-9}$
constanta Josephson, $2e/h$	$K_J$	$483\,597,898(19) \times 10^9$	Hz/V	$3,9 \times 10^{-8}$
constanta von Klitzing, $h/e^2 = m_b c/2a$	$R_K$	$25\,812,807\,572(95)$	$\Omega$	$3,7 \times 10^{-9}$
magnetonul Bohr, $eh/2m_e$ în eV/T	$m_b$	$927,400\,899(37) \times 10^{-26}$	J/T	$4,0 \times 10^{-8}$
		$5,788\,381\,749(43) \times 10^{-5}$	eV/T	$7,3 \times 10^{-9}$
	$m_b/h$	$13,996\,246\,24(56) \times 10^9$	Hz/T	$4,0 \times 10^{-8}$
	$m_b/hc$	$46,686\,4521(19)$	$m^{-1} \cdot T^{-1}$	$4,0 \times 10^{-8}$
	$m_b/k$	$0,671\,7131(12)$	K/T	$1,7 \times 10^{-6}$
magnetonul nuclear, $eh/2m_p$ în eV/T	$m_N$	$5,050\,783\,17(20) \times 10^{-27}$	J/T	$4,0 \times 10^{-8}$
		$3,152\,451\,238(24) \times 10^{-8}$	eV/T	$7,6 \times 10^{-9}$
	$m_N/h$	$7,622\,593\,96(31)$	MHz/T	$4,0 \times 10^{-8}$
	$m_N/hc$	$2,542\,623\,66(10) \times 10^{-2}$	$m^{-1} \cdot T^{-1}$	$4,0 \times 10^{-8}$
	$m_N/k$	$3,658\,2638(64) \times 10^{-4}$	K/T	$1,7 \times 10^{-6}$

D3: Constante fizico-chimice

Marime	Simbol	Valoare	Unitate	Incertitudinea Student relativa, $u_r$
1	2	3	4	5
constanta Avogadro	$N_A$	$6,022\ 141\ 99(47) \times 10^{23}$	1/mol	$7,9 \times 10^{-8}$
unitatea masei atomice, $m_u = [m(^{12}\text{C})]/12 = 1\ \text{u} =$ $= 10^{-3}\ \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}/N_A$ echivalentul energetic în MeV	$m_u$	$1,660\ 538\ 73(13) \times 10^{-27}$	kg	$7,9 \times 10^{-8}$
	$m_u c^2$	$1,492\ 417\ 78(12) \times 10^{-10}$	J	$7,9 \times 10^{-8}$
		931,494 013(37)	MeV	$4,0 \times 10^{-8}$
constanta Faraday, $N_A \cdot e$	$F$	96 485,3415(39)	C/mol	$4,0 \times 10^{-8}$
constanta molară Planck	$N_A \cdot h$	$3,990\ 312\ 689(30) \times 10^{-10}$	(J · s)/mol	$7,6 \times 10^{-9}$
	$N_A \cdot h \cdot c$	$0,119\ 626\ 564\ 92(91) \times 10^{-10}$	(J · m)/mol	$7,6 \times 10^{-9}$
constanta molară a gazului	$R$	8,314 472(15)	J/(mol · K)	$1,7 \times 10^{-6}$
constanta Boltzman, $R/N_A$ în eV/K	$k$	$1,380\ 6503(24) \times 10^{-23}$	J/K	$1,7 \times 10^{-6}$
		$8,617\ 342(15) \times 10^{-5}$	eV/K	$1,7 \times 10^{-6}$
	$k/h$	$2,083\ 6644(36) \times 10^{10}$	Hz/K	$1,7 \times 10^{-6}$
	$k/hc$	69,503 56(12)	1/(m · K)	$1,7 \times 10^{-6}$
prima constantă de radiație, $2p \cdot h \cdot c^2$	$c_1$	$3,741\ 771\ 07(29) \times 10^{-16}$	W · m <sup>2</sup>	$7,8 \times 10^{-8}$
a doua constantă de radiație, $h \cdot c/k$	$c_2$	$1,438\ 7752(25) \times 10^{-2}$	m · K	$1,7 \times 10^{-6}$

**Constante fizice fundamentale**

1	2	3	4	5
volumul molar al gazului ideal, $RT/p$				
$T = 273,15 \text{ K}, p = 101,325 \text{ kPa}$	$V_m$	$22,413\,996(39) \times 10^{-3}$	$\text{m}^3/\text{mol}$	$1,7 \times 10^{-6}$
constanta Loschmidt, $N_A/V_m$	$n_0$	$2,686\,7775(47) \times 10^{25}$	$\text{m}^{-3}$	$1,7 \times 10^{-6}$
$T = 273,15 \text{ K}, p = 100 \text{ kPa}$	$V_m$	$22,710\,981(40) \times 10^{-3}$	$\text{m}^3/\text{mol}$	$1,7 \times 10^{-6}$
constanta Sackur-Tetrode (constanta entropiei absolute) $\frac{5}{2} + \ln \left[ (2\pi m_u k T_1 / h^2)^{3/2} k T_1 / p_0 \right]$ $T_1 = 1 \text{ K}, p_0 = 100 \text{ kPa}$ $T_1 = 1 \text{ K}, p_0 = 100 \text{ kPa}$	$S_0/R$	 – 1,151 7048(44) – 1,164 8678(44)		 $3,8 \times 10^{-6}$ $3,7 \times 10^{-6}$
constanta Stefan-Boltzmann $(\pi^2/60) \cdot k^4 / h^3 \cdot c^2$	$s$	$5,670\,400(40) \times 10^{-8}$	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$	$7,0 \times 10^{-6}$
constanta Wien, $b = I_{\max} \cdot T = c_2/4,965\,114\,231\dots$	$b$	$2,897\,7686(51) \times 10^{-3}$	$\text{m} \cdot \text{K}$	$1,7 \times 10^{-6}$



**D4: Constante atomice si nucleare**

Marime	Simbol	Valoare	Unitate	Incertitudinea Student relativa, $u_r$
1	2	3	4	5
constanta structurii fine, $e^2/(4\pi \cdot \epsilon_0 \cdot h \cdot c)$	$\alpha$	$7,297\ 352533(27) \times 10^{-3}$		$3,7 \times 10^{-9}$
constanta Rydberg, $(\alpha^2 \cdot m_e \cdot c)/2h$	$R_8$	10 973 731,568 549(83)	$m^{-1}$	$7,6 \times 10^{-12}$
raza Borh, $\alpha/(4\pi \cdot R_\infty)$	$a_0$	$0,529\ 177\ 2083(19) \times 10^{-10}$	m	$3,7 \times 10^{-9}$
energia Hartree, $e^2/(4\pi \cdot \epsilon_0 \cdot a_0) = \alpha^2 \cdot m_e \cdot c^2$	$E_h$	$4,359\ 743\ 81(34) \times 10^{-18}$	J	$7,8 \times 10^{-8}$
masa electronului	$m_e$	$9,109\ 381\ 88(72) \times 10^{-31}$	kg	$7,9 \times 10^{-8}$
masa protonului	$m_p$	$1,672\ 621\ 58(13) \times 10^{-27}$	kg	$7,9 \times 10^{-8}$
masa neutronului	$m_n$	$1,674\ 927\ 16(13) \times 10^{-27}$	kg	$7,9 \times 10^{-8}$
masa deutronului	$m_d$	$3,343\ 583\ 09(26) \times 10^{-27}$	kg	$7,9 \times 10^{-8}$
masa helionului	$m_h$	$5,006\ 411\ 74(39) \times 10^{-27}$	kg	$7,9 \times 10^{-8}$

## Bibliografie

[1] *Interpretation of the SI for the United States and Metric Conversion Policy for Federal Agencies*, B. N. Taylor, National Institute of Standards and Technology, U.S., 1991.

[2] *Le Système International d'Unités*, Bureau International des Poids et Mesures, Sèvres, France, 1991.

[3] ISO 1000:1992, *Unitati SI si recomandari pentru utilizarea multiplilor si submultiplilor lor zecimale precum si a altor unitati*. Organizatia Internationala de Standardizare, Geneva, Elvetia, 1992.

[4] Standardele ISO 31:1992 componente ale familiei *Marimi si Unitati*, Organizatia Internationala de Standardizare, Geneva, Elvetia, 1992.

Partea 0: Principii generale

Partea 1: Spatiu si timp

Partea 2: Fenomene periodice si conexe

Partea 3: Mecanica

Partea 4: Caldura

Partea 5: Electricitate si magnetism

Partea 6: Lumina si radiatii electromagnetice conexe

Partea 7: Acustica

Partea 8: Chimie fizica si fizica moleculara

Partea 9: Fizica atomica si nucleara

Partea 10: Reactii nucleare si radiatii ionizante

Partea 11: Semne si simboluri matematice cu utilizare în stiintele fizice si în tehnica

Partea 12: Numere caracteristice

Partea 13: Fizica starii solide

[5] *Guide for the Use of the International System of Units*, Barry N. Taylor, National Institute of Standards and Technology, U.S., 1995.